ALESSANDRO SERPIERI

D. S. P.

SCRITTI

DI

SISMOLOGIA

NOVAMENTE RACCOLTI E PUBBLICATI

DA

G. GIOVANNOZZI

Direttore dell' Osservatorio Ximeniano.

PARTE I.

Il terremoto del 12 Marzo 1873.

FIRENZE
TIPOGRAFIA EDITRICE CALASANZIANA

1888.

PREFAZIONE.

Gli scritti di Sismologia del P. Alessandro Serpieri, che ora novamente pubblichiamo raccolti in un volume, sono senza dubbio i più belli fra i moltissimi dovuti alla infaticabile operosità di quell' elettissimo ingegno. In essi più che in tutti gli altri si manifesta la sua invidiabile chiarezza di idee, la sua felice intuizione delle cause dei fenomeni e, sopra tutto, il suo spirito veramente nato all' analisi. Calmo, ordinato, indagatore, da tal moltitudine di osservazioni e di cifre da parere un caos, a poco a poco sa trarre leggi di maravigliosa semplicità. Fortunatissimo, o meglio abilissimo, nell' esame delle più minute circostanze, egli ha, per così dire, l' istinto di riconoscere alla prima il loro valore, talchè particolari apparentemente di niuna entità gli svelano analogie e relazioni di capitale importanza.

Nuovo nello studio della Sismologia, sebbene da lunga mano preparatovi con quello assiduo della Geologia, il Serpieri esordisce con le sue Memorie sul terremoto del 12 Marzo 1873, e subito si appalesa maestro. Il me-

ALESSANDRO SERPIERI

D. S. P.

SCRITTI

DI

SISMOLOGIA

NOVAMENTE RACCOLTI E PUBBLICATI

DA

G. GIOVANNOZZI

Direttore dell' Osservatorio Ximeniano.

PARTE I.

Il terremoto del 12 Marzo 1873.

FIRENZE

TIPOGRAFIA EDITRICE CALASANZIANA

1888.

Urbino, 19 Marzo 1873.

1. Registriamo subito alcuni dati relativi al forte terremoto che funestava la nostra città la sera del 12 marzo a ore 9. 4.' 44" (t. m. locale). (1) Esso cominciò con un sordo muggito che alcuno sentì a grado a grado rinforzarsi, quasi si venisse avvicinando al paese, e precisamente si avanzasse dal lato di NE. Certamente non vi è da fare gran conto di somiglianti giudizi: ma per esperienza si sa che molto spesso il terremoto è preceduto da una romba sotterranea, o da un boato o muggito tutto proprio, di cui s' intende il significato solo quando cominciano gli scotimenti del terreno.

Appena quell' insolito muggito, che di pochi avea richiamata l' attenzione, parve giunto fino a noi, ecco subito scuotersi con fitte vibrazioni le invetriate, e cominciare nelle case quel principio di frastuono che forse è la causa che mette in allarme gli animali tutti, onde si agitano inquieti tentando di fuggire, e sembrano annunziare il più grave imminente parossismo del suolo. I grandi finestroni del Collegio cominciarono a scuotersi 3 o 4 secondi prima del terremoto. I moti del suolo furono in prima appena sensibili, ed io che, seduto in perfetta quiete, subito li notai e vi fermai l' attenzione, stetti da prima in forse se dovea giudicarli per un terremoto. Ma in breve non vi fu più dubbio. Le scosse furono assai rapide e gradatamente crescenti di energia per un tempo non piccolo: sicchè già costituivano un terremoto assai straordinario per intensità e durata nel nostro paese, Quindi immensa la paura:

---

(1) L' ora fu segnata molto bene dall' orologio del telegrafo, perchè le scosse ne arrestarono il movimento.

e chi restò pallido e muto, chi corse a cercarsi luogo più sicuro, chi si dette spaventato ad urlare. Poi le ondulazioni rallentarono di molto, od anche, per un istante, come a me parve, quietarono del tutto: ma ecco ad un tratto ripercuotono con impeto più violento e poderoso, quale certamente in questo secolo non avea mai scosso il nostro monte. La paura di tutti è al colmo: le fabbriche rapidamente oscillanti fanno nell' interno un fortissimo fracasso misto al sonar dei campanelli e al rovesciarsi di molti oggetti: scricchiolano i muri, si fendono i soffitti, cadono moltissimi comignoli di camini (più di 160), e in mezzo all' alto assordante fragore s' odono i tocchi d' una grossa campana. Le ondulazioni erano cresciute a tanto spavento di forza, che pare impossibile come gli edifizi potessero ancora reggersi in piedi. Al piano più alto del Collegio fu valutata l' ampiezza dell' oscillazione di circa 20 centimetri. Un contadino che si trovava sul monte prossimo delle Cesane racconta che dopo aver sentito avanzarsi dalla parte di Rimini (nord) un gran rombo come di vento impetuoso; gli parve che questo si gettasse sulla città, scoppiando in sì alto fragore, che pareva che tutta la città rovinasse. Come Dio volle, il gran fracasso cominciò finalmente a calare: e seguì una lunga serie di vibrazioni via via decrescenti di forza e di ampiezza. In tutto si valuta che la durata delle scosse sia stata da 30″ a 40″.

I moti più forti furono da ENE a WSW, come i più facilmente avvertirono, e come meglio potè rilevarsi dalla posizione in che poi si trovarono alcuni oggetti caduti, e dalla direzione in cui saltò fuori molta acqua da alcuni catini. Ma le prime scosse mi parvero avere un' altra direzione, che non saprei dire qual fosse. Tutte però furono sensibilmente orizzontali con lieve ondeggiamento. Pochi dicono aver distinto qualche piccolo sussulto ed anche un principio di moto vorticoso. Quest' ultimo dev' essere stato al venire della seconda serie di scotimenti in qualche luogo dove i primi duravano ancora. Io mi trovava a uno dei piani più bassi del Collegio, al piano dei magazzini, sul fianco della collina Urbinate volto a NE, e posso bene assicurare che non sentii mai nel corso di quella lunga romorosa agitazione nè urti, nè sussulti, nè arresti istantanei, nè cominciamento di rotazioni, ma solo fitti tre-

mori orizzontali, di cui notai bene il primo crescere, il successivo degradare fino quasi ad estinguersi, e il nuovo ripercuotere violentissimo: dopo di che subito mi alzai per correre a visitare il Convitto; sicchè l'ultima fase l'ho descritta sul detto di altri. Io credo che il non essere accadute gravi disgrazie debba appunto attribuirsi alla regolarità e uniformità di tutte le ondulazioni: la quale osservazione trovo ripetuta per qualche altra città delle Marche.

I danni qui segnalati sono da dirsi piuttosto leggieri. Caduti molti calcinacci e qualche pezzo di soffitto; gran rovine di camini; crepature e distacchi di alcuni muri; riapertura di tutte le crepature antiche e fenditure nelle volte delle finestre e delle porte i cui piani sono diretti da N a S o da NE a SW. Sopra un finestrone del Duomo si fece uno squarcio tanto largo che ne caddero dei mattoni. Sulla cima del campanile di S. Francesco, una pietra incastrata con altre sotto la palla è uscita fuori del giro delle altre, ed è rimasta assai sporgente verso ENE. È notevole che simili danni siano avvenuti solamente sul lato orientale del Duomo e del Palazzo Ducale, e poi su tutta la pendice volta a NE, per quanto è lunga l'intera città: cioè alla Trinità (dove è pur caduto un grande cornicione di pietra) e dalle parti di S. Lucia, di Lavagine e di S. Bartolo; mentre nelle pendici contrarie volte a mezzogiorno il terremoto fu sentito molto più leggermente. Per fortuna, dopo quel primo assalto di furiosi scotimenti, nient'altro si sentì; e così molta gente, che presa da gran spavento era uscita all'aperto, ritornò dopo poche ore in calma.

3. Ben si sa che è inutile cercare se vi furono segni precursori del terremoto, perchè non vi sono mai stati. Il destarsi improvviso delle forze vulcaniche dell'interno del globo, e i turbamenti del loro generale equilibrio avvengono a profondità grandissima, e se hanno qualsiasi correlazione coi fenomeni della superficie o con altri fenomeni estraterrestri, ancora non è conosciuto neppure un primo principio di siffatta connessione. L'unico segno precursore che si conosca è il muggito che precede immediatamente le scosse; ma questo muggito è veramente parte del terremoto stesso.

Ma, come scriveva l' Humboldt, l' ignoranza in cui ancora siamo dei rapporti che possono esistere tra i fenomeni meteorologici ed i fenomeni sotterranei non ci dà diritto a rigettare con disprezzo certe credenze popolari relative all' influenza dell' atmosfera sui terremoti. Gli strumenti meteorologici davano qui le seguenti indicazioni. Il Barometro, che fino dal giorno 10 calava, rialzò la mattina del 12: ma in questo giorno di nuovo calò, risalendo però verso sera, e trovandosi a ore 9 all' altezza (ridotta a zero) di $714^{mm}, 35$ cioè circa 8^{mm} sotto la media annua: osservato pochi minuti dopo il terremoto, stava esattamente alla medesima altezza, senza essersi mosso neppure di un centesimo di millimetro.

A ore 9 la temperatura era	10°, 5
l' umidità relativa	69
la tensione del vapore	6, 5
l' ozono dalle 6 alle 9 pom.	4, 0

Questo piccolo valore del grado ozonometrico mi fa supporre che anche l' elettricità atmosferica fosse qui debole nell' ora medesima, come debole la trovava il P. Denza a Moncalieri coll' elettrometro atmosferico, mentre l' avea trovata piuttosto copiosa durante il giorno.

Una forte modificazione parve qui avvenire nel vento; perchè alle 9 precise era calma quasi perfetta con le banderuole ferme a SSW: e, subito dopo il terremoto, il medesimo vento di SSW, che spirava fortissimo qualche tempo prima, tornò molto gagliardo; sicchè proprio sembrò calmarsi nell' ora del fenomeno.

In qualche giorno avanti al 12, forse l' 11, io aveva notato tutto intorno sui nostri monti un leggiero velo di caligine secca: ma trascurai di ben assicurarmi del fatto, e non ne presi nota.

Fino al 12 il Marzo era andato molto asciutto, e avea dato solamente $1^{mm},3$ di pioggia il giorno 1. Piovve poi il 13 per $5^{mm},5$.

Tra i fenomeni dei giorni precedenti è notabile una grande tempesta magnetica indicata dagli aghi calamitati in molte parti di Europa. Le perturbazioni dell' ago calamitato, scrive il P. Denza da Moncalieri, furono frequenti nei giorni prima del 12, e sopra tutte le altre furono assai intense quelle della sera del 9 e del 10, le quali si estesero a tutta Europa. Il prof. Garibaldi Direttore del-

l' Osservatorio di Genova mi scrive pure di forti variazioni presentate dal declinometro nei giorni 11, 12, 13 e 14, e specialmente il 12 a mezzodì. E in corrispondenza di tali perturbazioni magnetiche appariva il 9 al Nord dell' Europa una brillante aurora boreale, e i continenti erano traversati da forte burrasca. Il giorno 11 furono sentiti due leggieri terremoti a Darmstad, uno a mezzanotte, e l' altro più forte alle 3 del mattino.

Un' altra circostanza non potrebbe tacersi, cioè che la sera del 12 si aveva appunto il Plenilunio: e benchè la Luna alle 9 fosse ancora assai lontana dal meridiano, pure tale circostanza richiama alla mente quella legge stabilita dal sig. Perrey di Dijon, che *la frequenza dei terremoti è maggiore nei noviluni e nei pleniluni.* La qual legge si collega molto chiaramente coll' ipotesi delle maree del fuoco centrale, delle quali ebbe evidenti indizi anche il Palmieri nello studio dei movimenti delle lave.

Infine dirò che il distinto geologo prof. Michele De Rossi opina che il terremoto del 12 Marzo non sia giunto così improvviso e isolato, come qui a noi sembrava. Egli crede che quest' ultima perturbazione della vulcanicità della penisola si colleghi ad un ampio periodo cominciato già l' anno scorso, e del quale fanno parte i terremoti della Romagna (settembre), delle Calabrie e di Napoli (ottobre), della Spezia e Lunigiana, di Siena e di Pisa (novembre), di Monte Cassino (dicembre), della Porretta e Pracchia e di molte altre italiane regioni nel gennaio e febbraio.

Speriamo che il periodo abbia passato il suo massimo. Qui non si ebbero più scosse ben accertate. Qualcuno però vuol sostenere che vi furono. Una debole scossa ondulatoria ebbe luogo a Moncalieri la mattina del 18 alle 7.45 nella direzione N a S, secondo l' annunzio che me ne dava il P. Denza.

3. Come ho notato nella descrizione del fatto, la parte NE della città fu la più danneggiata. Altre parti, e specialmente S. Polo e Cafante, non risentirono alcun danno. Indagando le ragioni di un fatto così singolare, sospettai che potesse trovarsene una spiegazione nella natura geologica o nella disposizione degli strati soggiacenti alle varie parti della città. Forse il mio sospetto non è

vano, e anzi sembra ben appoggiato dalle considerazioni che passo ad esporre, e dalle importanti notizie che mi favoriva sulle condizioni geologiche di queste terre il prof. Federico Mici, che primo ne determinava i caratteri.

Per molti riguardi può tenersi il principio accennato dall' illustre geologo Ab. Antonio Stoppani, che *le località scosse maggiormente dai terremoti sono quelle parti della crosta terrestre che si presentano come meno resistenti.* Infatti, com' egli nota, il moto può propagarsi violentissimo attraverso un sistema di corpi elastici, senza che questi diano segno della sua violenza: ma dove il movimento viene in certo modo a spegnersi, o in tutto o in gran parte, perchè la poca rigidezza del sistema ne impedisce la libera e pronta trasmissione, ivi, rimanendo come concentrato e accumulato, dovrà produrre effetti massimi. Così nei terremoti della Toscana dell' agosto 1846, dei quali era centro di azione la terra di Orciano, si osservò che nella parte centrale della regione agitata le fabbriche situate sulle marne e sabbie terziarie furono quasi interamente distrutte, mentre alcuni paesi situati sopra rocce solide, quali la serpentina ed il macigno, non ebbero a soffrire quasi nulla. Il medesimo concetto sembra applicarsi bene al caso nostro. Chiaramente risulta dagli studi del detto prof. Mici che gran parte di Urbino, e nominatamente tutta la pendice volta a NE, giace sopra strati meno saldi e meno consistenti di quelli che sorreggono altre parti. Infatti a NE abbiamo banchi di sabbie gialle, e arenarie in istrati e noduli, e molti strati di argille, appartenenti al miocene inferiore. Mentre al lato opposto abbiamo schisti marnosi intercalati da strati di calcare pietroso, detto qui *bisciaro:* i quali strati eocenici formano una volta anticlinale, di cui ognuno può vedere scoperti gli archi inferiori sulle rocce poste fra la porta di S. Maria ed il Mercatale. Cotale natura e conformazione delle rocce, che sostengono alcune parti più meridionali della città, conferisce evidentemente in più modi alla loro maggiore stabilità a confronto delle altre parti. Così p. es. tutta la regione detta di Cafante, dove il terremoto fu sentito solo leggermente, riposa appunto, come anche il palazzo dell' Università, sul sommo della volta stratigrafica sopra indicata. Inoltre è da sapersi che gli strati miocenici soggia-

centi alla città si aprono in alto a ventaglio, per tutta la zona che corre dal Bastione di Pian del Monte per il piano del Duomo fino a poca distanza dal Bastione di S. Chiara verso S. Bartolo. Per lo che vieppiù debole si fa in queste parti la stabilità del suolo. Un fenomeno somigliante successe a Messina nel 1783. La parte della città vicina al mare, che posa sopra strati orizzontali assai moderni, fu distrutta interamente; mentre le case situate sul pendio delle colline che hanno per base il granito soffersero assai meno.

4. Prendo qui nota di alcuni più forti terremoti avvenuti in passato, dei quali in questi giorni ho potuto aver notizie. Dai libri dei Consigli Comunali si rileva che fortissimi terremoti ebbero luogo nel circondario urbinate l'anno 1703, producendo qua e là gravissimi danni, specialmente il 14 gennaio e il 2 febbraio, ma lasciando sempre illesa la città. Il qual fatto è descritto nel verbale di una seduta del 9 maggio 1703, in cui si riferisce che il Gonfaloniere di Urbino disse *come la Beneficenza Divina merita tutti gli atti della nostra gratitudine, in riconoscenza di una grazia così speciale, quale è stata il preservarci indenni dalli minacciati castighi, quando tant' altre città, terre e castelli in vicinanza di noi hanno sofferto il quasi irreparabile pregiudizio delle rovine. Onde rimasti senza case molti degli abitatori e senza sostanze i cittadini, vanno esuli dalle loro patrie, e piangono l' eccidio di tanti che morirono sotto le macerie.*

Dai medesimi libri dei Consigli Comunali, e da altre testimonianze degne di fede rilevasi ancora che fortissimi terremoti ebbero luogo nelle epoche seguenti:

1741 — fortissimo.
1744 — fortissimo nei giorni 22, 23, 24 aprile.
1781 — fortissimo.
1827 — fortissimo nel maggio.
1828 — fortissimo nella notte dal 13 al 14 aprile. Rovinò la piccola cupola della Chiesa di S. Francesco, e fu danneggiata la statua della Speranza che è sulla facciata del Duomo.
1834 — fortissimo il 23 giugno.

Molte piccole scosse sentite dopo il 1850 (circa due o tre

all' anno) sono esattamente registrate nel Giornale dell' Osservatorio.

5. Ho scritto questi cenni per registrare le mie proprie osservazioni.

Intanto, avendo cercato notizie da varie parti d' Italia, facilmente ho visto confermato quanto già si diceva, cioè che il terremoto del 12 ha specialmente colpito la parte centrale della penisola, recando maggiori danni alle città di Camerino e di Fabriano. Con ciò non voglio dire che il focolare di quelle vulcaniche convulsioni fosse appunto al di sotto delle dette città. Qualche giorno prima del 12, e durante l' istesso giorno 12, molte piccole scosse si sentirono a circa 10 chilometri al Nord di Spoleto; e dopo il 12 vari piccoli terremoti furono sentiti a SE di Roma nella regione degli antichi vulcani Laziali.

Ripensando alle grandi fratture dei terreni della penisola, cioè al vasto sistema di sotterranei squarciamenti e di fessure, prossimamente allineate secondo l' andamento dei due littorali perchè prodotte dal sollevamento della catena apennina, ben può credersi che, quando sopra ambedue le linee avvengono scotimenti contemporanei, la cagione o il focolare centrale non sia nè sull' una nè sull' altra: ma invece si tratti forse di una perturbazione più profonda e generale, la quale non mostrerà sede fissa, ma qua e là anderà manifestandosi con lungo e vario periodo. Però a definire esattamente questi punti occorrerebbe conoscere le ore precise in cui il fenomeno colpiva i vari luoghi. Le relazioni ricevute presentano appunto a questo riguardo la massima incertezza. Forse dai rapporti degli uffici telegrafici, se potrò averli, tale incertezza verrà tolta. Frattanto io non lascerò questo studio che intrapresi quasi per sentimento di dovere, dacchè mi trovai sul campo della più forte manifestazione del fenomeno, e mi farò quindi un obbligo di consegnare agli annali della scienza i dati più importanti che con somma gentilezza da molti diligenti e dotti osservatori mi vennero favoriti.

SUL TERREMOTO

AVVENUTO IN ITALIA IL 12 MARZO 1873

NOTA

presentata al R. Istituto Lombardo

il 15 Maggio 1873.

Condotto ormai a termine un lungo studio sul terremoto del 12 marzo 1873, che percosse tanto fortemente in gran parte d'Italia, mi faccio un pregio di presentare all' Istituto Lombardo gli elementi che dirò *dinamici* del fatto, da me ben verificati e corretti per quanto era possibile. Un' estesa e completa Memoria, accompagnata da tutti i documenti relativi, e da disegni e descrizioni e analisi d' importanti fenomeni, la invierò al *Supplemento della Meteorologia Italiana*. Dalla medesima potrà quindi meglio vedersi con che buon fondamento ognuno dei presenti elementi venne stabilito. Servano intanto le spiegazioni seguenti.

Il 13 marzo mandai una circolare ai primari nostri Osservatorii e a diversi amici e scenziati italiani, dimandando semplici risposte ad alcuni più importanti quesiti sul fatto allora avvenuto. Ricevute le prime risposte, e riconosciuti i punti che meritavano maggiore studio, o sui quali cadeva dubbio, apersi un' amichevole corrispondenza coi gentili e dotti osservatori, per fare insieme qualche opportuna disamina sulle loro osservazioni, e venire di pieno accordo a valori definitivi. Così ebbi anche modo di suggerire nuove ricerche, e di conoscere altri importanti fenomeni. Si vedrà nel mio rapporto generale con che grande premura e intelligenza tutti i più bravi osservatori italiani si sono prestati a darmi lumi e notizie nelle presenti ricerche.

Un importante elemento, l' ora e il minuto precisi del fenomeno, volli accertare colla massima diligenza. A tal fine, poichè nelle prime risposte le incertezze su tal punto erano grandissime, mandai a tutti una seconda circolare, invitandoli a spiegare ben chiaramente se le ore date si riferivano al tempo vero, o al tempo

medio del luogo, o al tempo medio di Roma. Veramente per l' Italia non si mette da per tutto la debita importanza nel ben regolare i pubblici orologi. È un brutto difetto che bisogna correggere. Pure, per un buon numero di stazioni, grazie alle ricerche e agli studi degli egregi osservatori, l' elemento dell' ora e del minuto fu molto bene stabilito: e al seguito di quelle ricerche vennero gravi correzioni alle ore che sulle prime andarono pei giornali e trassero più d' uno in errore sull' andamento generale del fatto. Piacerà qui di sapere che alcune ore che do nel quadro seguente, furono molto bene segnate da ottimi orologi che si fermarono a causa delle scosse; e ciò avvenne a

Roma (Osserv. del Coll. Rom.);
Teramo (esatto regolatore a pendolo);
Camerino (Università);
Perugia (Uff. telegrafico);
Urbino (idem).

Si vedrà che di moltissime stazioni non do l' ora. Vuol dire che sino ad oggi non la conosco con sicurezza. Forse per le ricerche che non ho cessato di fare, riuscirò a fissarne qualche altra.

In quanto alle *direzioni* delle scosse, debbo avvertire che in parecchi luoghi furono osservate tre diverse successive direzioni, in molti due, nella più parte una sola. Perciò ho ordinate quelle direzioni in colonne diverse, regolandomi nel disporle in una o in altra colonna dal senso dei rapporti ricevuti, non già dalla identità loro, o dalla esigenza di qualche ipotesi preconcetta: il che pure sarà chiarito nel Rapporto Generale. Potrei però in questa distribuzione essermi qualche volta ingannato: quindi chi vuol studiare sul quadro che presento, e vuol ricercare e seguitare l' andamento delle varie onde, non dia a quel modo di distribuzione un valore assoluto.

Tracciare le vie di più moti ondosi della superficie terrestre fugacissimamente trascorsi, e fra loro intrecciatisi, è forse più difficile che tracciare delle orbite di comete per gli spazi. Per risolvere questo grande problema nel terremoto italiano del 12 marzo non possiamo forse oggi far altro di meglio che moltiplicare e correggere i dati dell' osservazione. Io accennerò qualche lampo di

spiegazione che sembra venire dall' esame dei fatti; ma molto più mi auguro che il presente quadro sia un utile invito all' attenzione e allo studio di altri.

Tutte le ore che qui ho date sono espresse in *tempo medio di Roma*. Di siffatta trasformazione mostrerò pure le ragioni e gli elementi nel Rapporto Generale che preparo per la *Meteorologia Italiana*.

Premetto anche l' avvertenza che per alcune stazioni di Dalmazia ebbi le necessarie spiegazioni, specialmente riguardo ai tempi, dal Direttore dell' Istituto Meteorologico di Vienna.

Le stazioni tutte sono disposte per ordine di latitudini crescenti.

STAZIONI	OSSERVATORI	Ora in tempo medio di Roma	GENERE DEL MOVIMENTO
Cosenza	D. Conti . . .	9. 0	Sussultorio — ondulat.
Napoli	F. Brioschi . . .	. . . . .	. . . .
Velletri	I. Galli	9. 5	Ondulatorio . . . .
id.	P. Ditucci . . .	. . . . .	Ondulatorio . . . .
Sora	Nicolucci . . .	. . . . .	Ondulatorio . . . .
Anagni	Zapparodi . . .	9. 7	Due scosse ond. . .
Castel Gandolfo	L. Marazzi . . .	. . . . .	Due scosse ond. . .
Rocca di Papa	S. Fondi	. . . . .	Ondulatorio . . . .
Frascati	P. Lavaggi . . .	9. 2 ?	Ondulatorio . . . .
Piglio	E. Lupi	. . . . .	Ondulatorio . . . .
Monte Porzio	T. Ricci	9. 3	Ondulatorio . . . .
Roma	A. Secchi . . .	9. 5	Tre moti ondosi . .
id.	M. De Rossi . .	9. 6	Suss. — ondul. . . .
Tivoli	Coccanari . . .	. . . . .	Ondulatorio . . . .
Ciciliano	R. Riccardi . . .	9. 5	Ondulatorio . . . .
Avezzano	Ludovici . . .	. . . . .	Ondulatorio . . . .
Monte Rotondo	G. Gatti	. . . . .	Ond. — sussul. — ond.
Civitavecchia	De Andreis . . .	. . . . .	Ond. — suss. . . .
Aquila	. . . .	9. 7?	Ondulatorio . . . .
Chieti	E. Cristini . . .	. . . . .	Ondulatorio . . . .
Rieti	R. Gamba . . .	9. 6	3 ond. legg., 3 forti .
Viterbo	G. Barbieri . . .	9. 0 — 9. 10	Suss. — ond. . . .
id.	S. Medichini . .	. . . . .	Suss. — ond. . . .
Pescara	G. Orsi	9. 5	. . . .
Orte	A. Ralli	. . . . .	Ondulatorio . . . .
Bagnorea	R. Gualterio . .	. . . . .	Suss. — ond. . . .
Ragusa	G. Podielm . .	8. 55	Ondulatorio . . . .
Teramo	C. Fracassa . . .	9. 4 1/4	Suss. — ond. . . .
id.	B. Bonanni . . .	. . . . .	Ondulatorio . . . .
Acquasparta	Achillini	. . . . .	Ondulatorio . . . .
Orvieto	L. Chatel . . .	9. 4 1/3	Suss. — ond. . . .
Spoleto	A. Ricci	9. 2	Suss. — ond. . . .
Grosseto	A. Bongini . . .	. . . . .	Ondulatorio . . . .
Todi	E. Ippoliti . . .	9. 0	Ond. — suss. — ond. .
Norcia	Santoni	9. 2 1/2	Tre serie di ondulazioni
id.	Colantoni . . .	. . . . .	Suss. — ond. . . .
Ascoli	G. Tranquilli . .	9. 3 1/2	Ondulatorio . . . .
id.	A. Saladini . . .	. . . . .	Suss. — ond. . . .
Trevi	A. Ricci	9. 4	. . . .
Foligno	G. Salvatori . .	9. 0 circa	Due scosse ond. . .
Monte Fortino	L. Antonini . . .	9. 5	Suss. — ond. . . .
Amandola	V. Astorri . . .	. . . . .	Ondulatorio . . . .
Spello	L. Gaspari . . .	9. 3 ?	Suss. — ond. . . .
Penna	V. Astorri . . .	. . . . .	Suss. — ond. . . .
San Ginesio	Sindaco	. . . . .	Suss. — ond. . . .
Perugia	G. Bellucci . . .	9. 2	Suss. — ond. . . .
id.	E. Dal Pozzo . .	9. 0	Misto : suss. - vort. - ond.
Camerino	L. Berti	9. 5 1/2	Suss. — ond. — suss.
Fermo	A. Ugolini . . .	8. 59	Suss. — ond. . . .
Matelica	F. De Sanctis . .	9. 5 1/2	Suss. — ond. . . .
Macerata	P. Giuliani . . .	9. 3	Suss. — ond. . . .
Siena	C. Toscani . . .	9. 7 1/2	Ondulatorio . . . .
Sigillo	U. Colini . . .	. . . . .	Ondulatorio . . . .
Fabriano	C. Morbelli . . .	9. 5	Ond. — suss. — ond.

DIMINUZIONE o TREGUA	DURATA IN SECONDI	DIREZIONE (Donde venivano o dove andavano le ondulazioni) prima	seconda	terza	unica	FORZA
. . . . .	12	. . .	. . .	. . .	NW	debole
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	debolissimo
dimin.	30	. . .	SW	. . .	. . .	forte
tregua	. . .	WNW	. . .	. . .	. . .	forte
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	W	mediocre
. . . . .	13	. . .	. . .	. . .	NW	forte
lunga tregua	10	. . .	. . .	. . .	NW	mediocre
. . . . .	5	. . .	. . .	. . .	SW	. . . . . .
. . . . .	10	. . .	. . .	. . .	NW	. . . . . .
. . . . .	10	. . .	. . .	. . .	N	mediocre
. . . . .	16	. . .	. . .	. . .	WSW	debole
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	mediocre
tregua	18	NW	SW	. . .	. . .	forte
. . . . .	16	N?	W?	. . .	. . .	fortissimo
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	NW	fortissimo
. . . . .	4	. . .	. . .	. . .	N	forte
no	60	. . .	. . .	. . .	. . .	forte
. . . . .	. . .	NW	. . .	. . .	. . .	forte
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	W	debole
no	3	. . .	. . .	. . .	NW	debole
. . . . .	11	NW	SW	. . .	. . .	mediocre
. . . . .	6	. . .	. . .	. . .	. . .	mediocre
tregua	9	SW	NW	. . .	. . .	forte
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	debole
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	SW	forte
tregua	15	. . .	. . .	. . .	SSW	forte
no	. . .	. . .	. . .	. . .	NW	mediocre
dimin.	8	. . .	. . .	. . .	. . .	mediocre
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	SSW	leggiero
. . . . .	23	W	NW	. . .	. . .	fortissimo
. . . . .	25	. . .	. . .	. . .	NW	forte
dimin.	14	. . .	. . .	. . .	SSW	fortissimo
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	N	debolissimo
. . . . .	30	. . .	. . .	. . .	N	fortissimo
due tregue	17	. . .	. . .	. . .	W	forte
. . . . .	23	W	NW	. . .	. . .	forte
. . . . .	16	. . .	. . .	. . .	N	forte
. . . . .	14	. . .	. . .	. . .	NW	fortissimo
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . . . . .
dimin.	7	. . .	. . .	. . .	WSW	forte
no	18	. . .	. . .	. . .	NNW	forte
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	NNW	fortissimo
. . . . .	6	NW?	SW?	. . .	. . .	mediocre
. . . . .	. . .	. . .	SW	W	. . .	fortissimo
dimin.	18	. . .	. . .	. . .	NW	fortissimo
no	20	N. 30° W	S. 25° W	S. 5° W	. . .	fortissimo
. . . . .	25	. . .	SW	NW	. . .	fortissimo
dimin.	13	. . .	. . .	. . .	NNW	fortissimo
. . . . .	38	. . .	SSW	. . .	. . .	forte
. . . . .	20	. . .	. . .	. . .	NW	forte
. . . . .	15	. . .	WSW	. . .	. . .	forte
. . . . .	9	N	W	. . .	. . .	mediocre
. . . . .	7	. . .	. . .	. . .	SW	forte
. . . . .	25	. . .	SW	. . .	. . .	fortissimo

STAZIONI	OSSERVATORI	Ora in tempo medio di Roma	GENERE DEL MOVIMENTO
Fabriano	A. Zonghi	.....	Scossa a 3 riprese
Cingoli	G. Castiglioni	9. 7 1/3	Ond. — suss. — ond.
Volterra	P. Lotti	9. 7 1/3	Ondulatorio
Città di Castello	S. Santini	.....	Suss. — ond.
Cantiano	A. Giordani	.....	Ondulatorio
Castelplanio	Staz. ferrovia	9. 4	.....
Spalatro	.....	9. 2 1/2	.....
Jesi	V. Mattioni	9. 6	Ond. con sussulti
Livorno	P. Monte	9. 8 1/2 - 9. 18 1/2	Ondulatorio
Pergola	R. Piccinini	9. 5	.....
Cagli	G. Mei	9. 4	Suss. — ond. — suss.
Ancona	F. De Bosis G. Orsi	9. 5	Ondulatorio
S. Angelo in Vado	E. Antonini	.....	Ondulatorio
Mondavio	G. Monti	.....	Ond. — suss. — ond.
Urbino	A. Serpieri	9. 4 1/4	Ondulatorio
Pontassieve	G. Libri	.....	Due o tre scosse
Firenze	G. B. Donati	9. 3 5/6	.....
id.	F. Cecchi	9. 3 5/6	Misto: ond. - rotat. - suss.
id.	T. Bertelli	9. 2 5/6	Suss. — ond. — rotat.
id.	Uff. Telegr.	9. 4	.....
Sebenico	.....	9. 2 1/2	.....
Pennabilli	D. Mattei	.....	.....
Fano	Avoni	9. 3 circa	.....
S. Marino	P. Malpeli	9. 5	Sussult. — ondulatorio
Rimini	Oss. e Bertelli	9. 5	Due scosse ondulatorie
Savignano	L. Fellini	9. 4 1/2	.....
Zara	.....	9. 0	.....
id.	Prof. del Sem.	.....	Due scosse ondulatorie
Porretta	T. Bertelli	9. 5	.....
Forlì	A. Merlini	.....	Ondulatorio
Genova	P. M. Garibaldi	9. 15	Due scosse
Bologna	A. Palagi	9. 6 1/2	Misto: ondul. — sussult.
Modena	D. Ragona	9. 7	Due scosse ondulatorie
Pola	I. R. Ist. Idrogr.	9. 4 1/3	Ondulatorio
Alessandria	P. Parnisetti	.....	.....
Moncalieri	F. Denza	9. 9	.....
Mantova	G. Agostini	9. 4	Ondulatorio
Pisino	.....	9. 4 5/6	.....
Lodi	S. Belli	9. 3 ?	.....
Fiume	E. Stahlberger	9. 4	Ondulatorio
Padova	Osservatorio	9. 6 1/3	Sussult. — ondulatorio
Umago	.....	9. 5 2/3	.....
Venezia	G. Meneguzzi	9. 7 1/2	Sussult. — ondulatorio
Milano	G. V. Schiaparelli	.....	.....
Trieste	.....	9. 4 2/3	.....
Aosta	G. Volante	9. 5 1/2 - 9. 10 1/2	Ondulatorio
Varallo	P. Calderini	9. 5 circa	.....
Lugano	Osservatorio	9. 5 circa	1.ª Scossa
id.	idem	9. 10 circa	2.ª Scossa
Udine	idem	9. 5	.....
Belluno	A. De Fulcis	9. 8	Scossa ondulatoria
Grubhof (nel Salisburghese)	C.ª Von Almasy	9. 22 1/2	Ondulatoria

DIMINUZIONE O TREGUA	DURATA IN SECONDI	Donde venivano o dove andavano le ondulazioni DIREZIONE				FORZA
		prima	seconda	terza	unica	
. . . . .	20	WNW	. . .	. . .	. . .	fortissimo
. . . . .	12	. . .	. . .	. . .	NW	fortissimo
no	14	. . .	. . .	. . .	SW	debolissimo
. . . . .	25	. . .	WSW	. . .	. . .	forte
. . . . .	12	. . .	. . .	. . .	SW	forte
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . . .
. . . . .	4 1/2	. . .	. . .	. . .	NW	forte
. . . . .	4	. . .	. . .	. . .	W	forte
. . . . .	. . .	WSW	NNW ?	. . .	. . .	debolissimo
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	SSW	fortissimo
. . . . .	35	. . .	SSW	. . .	. . .	fortissimo
dimin.	9	SW	NW	. . .	. . .	mediocre
tregua	4	. . .	. . .	. . .	N	mediocre
. . . . .	28	. . .	. . .	. . .	WSW	forte
tregua	35	NNW	WSW	. . .	. . .	fortissimo
tregua	. . .	NW	. . .	. . .	. . .	forte
. . . . .	4	NW	. . .	. . .	. . .	mediocre
. . . . .	5 1/2	. . .	SSW	. . .	. . .	mediocre
. . . . .	5	NW	SW	N ?	. . .	mediocre
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . . .
. . . . .	4 1/2	. . .	. . .	. . .	NW	forte
. . . . .	60	. . .	. . .	. . .	W	forte
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	SW	forte
tregua	6	. . .	. . .	. . .	N	debole
tregua	. . .	. . .	. . .	. . .	W	mediocre
. . . . .	. . .	. . .	W	. . .	. . .	mediocre
. . . . .	3	. . .	. . .	. . .	. . .	forte
tregua	. . .	. . .	. . .	. . .	NW	forte
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	debole
tregua	8	. . .	. . .	. . .	WNW	debole
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	SW	debolissimo
. . . . .	3	. . .	. . .	. . .	W	debole
tregua	. . .	. . .	. . .	. . .	NW	debolissimo
. . . . .	3 1/2	. . .	. . .	. . .	NW	debole
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	N	debolissimo
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	SSW	debole
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	N	debole
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	forte
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	NNW	forte
. . . . .	7	. . .	. . .	. . .	W	mediocre
. . . . .	4	. . .	. . .	. . .	. . .	debole
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	forte
. . . . .	25	NW	N	. . .	. . .	mediocre
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	NW	debole
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	forte
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	NW ?	debolissimo
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	debolissimo
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	debole
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	più debole
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . . .
. . . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	debole lungo
. . . . .	5	. . .	. . .	. . .	. . .	mediocre

simo verso, sono tre buone prove che mostrano come quel terremoto sia avvenuto per una serie di scotimenti propagatisi da S E a N W. Prendendo una media dei tempi per circa ogni grado di latitudine, viene:

latitudine	43°. 19′	9^h. 0′
»	44°. 28′	9^h. 2 $\frac{1}{3}$
»	45°. 25′	9^h. 5 $\frac{1}{3}$

cioè la progressione è anche meglio visibile: e di più, molto bene si scopre che il terremoto di Dalmazia fu anteriore di 3′ circa al maggior terremoto di queste coste Adriatiche e di Roma.

In quanto al terremoto d'Italia, non vidi ancor bene come poter segnare, se pur sarà possibile, tutto l'ordine dei movimenti avvenuti. Pure sembrami importante la seguente considerazione, dalla quale derivano ancora non improbabili conseguenze.

Fra le stazioni italiane del mio quadro ve ne sono otto, tutte allineate in una zona assai ristretta, che corre appunto sull' asse centrale gografico della penisola da S E a N W, nelle quali stazioni il terremoto avvenne qualche minuto prima che nel resto della penisola. La zona che io dico è determinata dalle stazioni seguenti, presso le quali segno la respettiva latitudine, l'ora del terremoto, e la direzione che vi fu notata della *prima* scossa.

Stazioni.	Latitudine.	Ora del terremoto.	Direzione della prima scossa.
Spoleto	42. 44	9. 2	
Todi	42. 47	9. 0	
Norcia	42. 47	9. 2 $\frac{1}{2}$	da W a E.
Trevi	42. 52	9. 4	
Foligno	42. 57	9. 0 circa	
Spello	42. 59	9. 3 ?	da N W a S E?
Perugia	43. 7	9. 1	da N 30° W a S 30° E.
Firenze	43. 46	9. 3 $\frac{3}{5}$	da N W a S E.

Viene per tutta questa zona centrale un' ora media di 9^h 2′. Basta poi una semplice occhiata ai tempi delle altre stazioni italiane per conoscere che quest' ora è inferiore di almeno due o tre minuti a tutte quante. Di più è notabile che quest' ora coincide con l'ora media avuta per la Dalmazia.

Prego ora i lettori di guardare sulla carta d' Italia la serie dei punti sopra indicati. Credo che avverrà a loro quel che avvenne a me quando, dopo averli separati per ragione dell' ora, ne studiai le posizioni: di provare cioè non poca sorpresa e meraviglia nel vederli tutti prossimamente allineati sulla ferrovia che va da Firenze a Foligno, compreso il seguito verso Spoleto e la valle del Tevere verso Todi. Quella linea segna appunto in Italia dei luoghi geologici molto rimarchevoli, specialmente contraddistinti dai corsi dell' Arno e del Tevere. L' illustre G. Scarabelli nel prezioso suo scritto *Sul sollevamento delle Alpi in linea curva* qualificava, a me pare, con molta verità, l' origine di quei seni apennini, dicendoli *nati come le pieghe di un aperto ventaglio che si chiude.* Dacchè gli assi delle vallate dell' Arno e del Tevere si dipartono dal punto medesimo dove l' Apennino presenta un' inflessione presso la Falterona, e si avanzano con divergenza molto simmetrica rispetto al crinale dell' Apennino medesimo, chiudendo tra loro in Toscana uno spazio triangolare rialzato nel mezzo. Risalendo col pensiero alle enormi pressioni laterali che possono aver generato quel piegamento a ventaglio, più che mai si rende manifesto come alle dette vallate, percorse oggi dalla ferrovia, debbano rispondere sotterra lunghe linee di alti squarciamenti.

Da tutto ciò vien naturale il sospetto che la grande e profondissima onda venuta ben di lontano, che colpì la costa dalmata, sia stata identica, o come associata, con quella che venne a percuotere quasi al medesimo tempo il centro d' Italia, trovando forse un libero varco nelle fratture sotterranee, per le quali si sarà incamminata, senza produrre intanto per tutti gli altri luoghi non altro che un lieve tentennamento e lo spavento del rombo precursore.

Questa simultaneità del primo moto in Italia con quello di Dalmazia, e la quiete perfettissima del Vesuvio e dell' Etna, il primo dei quali dette solo piccoli tremiti la mattina del giorno 8 (quando cioè cominciarono i famosi scotimenti di Nuova York) fanno pensare che il terremoto del 12 non sia stato semplice effetto del vulcanismo della nostra penisola.

Si aggiunge che le sorgenti di acque termali (almeno, per quanto io so, quelle di Acquasanta presso Ascoli, quelle dette di

S. Agnese a Bagno, e i Lagoni di Volterra) restarono in perfetta tranquillità, ossia nelle loro ordinarie condizioni.

Favorevole al concetto testè espresso, che già toccai nelle mie *Prime note sul terremoto di Urbino,* trovai pure un egregio cultore delle scienze geologiche, il march. Raffaele Gualterio, che da Bagnorea mi scriveva: « Io pure direi che il focolare o la cagione di quel terremoto non debba ricercarsi nè sull' una nè sull' altra delle grandi linee di fratture dei terreni italiani, ma che certamente si tratti di una perturbazione più profonda e generale, la quale non avendo sede fissa, erompe e si manifesta ove la spinge la pletora terrestre. Il terremoto così disastroso dell' 11 aprile corrente di S. Salvador nello Stato di Nuova York ne potrebb' essere come un' eco e una prova. »

Restano ora a spiegarsi le più grandi e larghe e interminabili ondulazioni che, dopo quel primo scotimento centrale, avvennero in questi paesi, dirette verso NE, verso ENE e verso E. Le fratture vulcaniche, una volta scosse, certamente (secondo i pensamenti del De Rossi) tendono con vibrazioni trasversali a riprendere la prima posizione, formando una specie di reazione che salva da un disquilibrio progressivo la grande ossatura della penisola. Questo felice pensiero del De Rossi spiega certamente molto bene gran parte dei fenomeni dinamici che accompagnano un terremoto. Vero è che noi avemmo i movimenti trasversali verso NE assai maggiori per larghezza ed energia che i primi di NW. E mentre i primi colpivano quella zona centrale nel terzo minuto dopo le 9 ore, gli altri colpivano questa provincia nel quarto minuto, e infine dentro il quarto e il quinto minuto tutto l' Apennino vacillò e traballò sulle malferme basi, quasi immenso bastimento sotto cui rapidamente trapassino fugatissime onde: e per tutta la linea da Bologna a Roma, come se davvero fosse il ponte di ondeggiante bastimento, si ebbero qua e là vertigini, svenimenti e mal di mare. In una parola, il maggior terremoto fu per noi il rapido moto trasversale di altalena verso NE. Pure può ben supporsi che, per le concussioni quasi contemporanee della Dalmazia e delle coste occidentali dell' Apennino centrale, le due basi opposte della catena apennina verso l' Adriatico e verso il Mediterraneo sieno state inegualmente

scosse, o inegualmente in ciascun istante sollevate e depresse: per il che, perduta la posizione di equilibrio, dovea l' Apennino centrale traballare e oscillare verso le sue basi, quasi gran ponte su vacillanti pile. E questo subitaneo spostamento avrebbe indotti a oscillare anche i terreni occidentali, dove la corrente primaria di NW non erasi allargata, e dove nè l' una nè l' altra oltrepassarono il lido, o almeno non giunsero all' Isola d' Elba, come a mezzogiorno non giunsero alla Sicilia. Per quel lavorio di azioni e reazioni il sismografo del prof. Monte di Livorno segnò dopo 9^h. $8' \frac{1}{5}$ il *primo* impeto geosismico diretto verso NE, mentre l' istessa vibrazione era passata per Volterra a 9^h. $7' \frac{1}{3}$.

Poi le varie onde variamente fra loro s' intrecciarono, correndo ognuna la sua via e giungendo a distanze diverse: e quà e là i varii osservatori o tennero conto soltanto della prima, o badarono unicamente alla più forte, o non furono realmente scossi che da un' onda sola: e intanto saranno sorte da ogni parte delle onde riflesse e derivate, da rendere più che mai confuso quell' intreccio di movimenti.

Una più minuta e ponderata considerazione di tutti i dati dell' osservazione mostrerà (spero a me pure) se in questi generali concetti veramente si racchiuda la storia scientifica di quei spaventosi momenti.

NUOVE OSSERVAZIONI

SUL TERREMOTO AVVENUTO IN ITALIA

il 12 Marzo 1873

E RIFLESSIONI SUL PRESENTIMENTO DEGLI ANIMALI
PEI TERREMOTI.

NOTA
presentata al R. Istituto Lombardo
il 19 Giugno 1873.

Urbino, 15 Giugno 1873.

A conferma dei dati e delle riflessioni che esposi nella mia Nota sul terremoto d' Italia del 12 marzo 1873, presentata all' Istituto il 13 maggio, ho l' onore di far conoscere oggi, dopo compiti tutti gli studi relativi a quel grandioso fenomeno, la serie delle principali proposizioni che ho potuto stabilire sulle direzioni delle scosse, sui rapporti dei tempi, e sugli andamenti delle onde.

Poi dirò di un grazioso importante fenomeno notato in un animaletto (*anguis fragilis*), che al momento del terremoto dormiva di sonno letargico; fenomeno che, unito a tanti altri, mi ha persuaso della realtà del presentimento degli animali per i terremoti, mentre dapprima io non ci credeva affatto.

I.

Direzioni delle scosse. — *a*) Due serie principali di scotimenti, e quasi si direbbe due terremoti successivi in due direzioni diverse, percorsero una lunga zona italiana, terminata a sud sulle latitudini di Velletri, e a nord su quelle di Firenze.

b) La prima serie di que' scotimenti fu con direzione molto fissa da NW, e la seconda con direzione un po' variata intorno a SW.

c) Fuori di quella zona corse più generalmente un' onda sola, e fu una delle due medesime che in quella prima zona erano associate tra loro con minimo intervallo di tempo.

d) L' onda unica che si diffuse oltre i confini boreale ed au-

strale della zona centrale, fu quella di NW; e l'onda che più si allargò e più scosse sui lati orientale ed occidentale fino ai due mari, fu quella di SW, che modificò qua e là in vari modi il proprio andamento.

Rapporto dei tempi. — *e*) Il terremoto della riva orientale dell'Adriatico colpì fra Ragusa e Sebenico intorno a $9^h\ 0'$, e presso Trieste intorno a $9^h\ 5'$, mostrando ben evidente il suo successivo propagarsi da SE a NW.

f) La velocità del moto sismico tra Ragusa e Venezia risulta di 44 chilometri al minuto primo, che è la velocità media di altri molti terremoti.

g) Nel terremoto della penisola italiana si conferma un' anticipazione delle scosse intorno alla linea che congiunge Firenze e Spoleto, e sopratutto nel tratto da Perugia a Spoleto. In tutta questa linea l' ora media del fenomeno fu $9^h\ 2'$.

h) Allato alla zona assiale italiana che si termina in Firenze e Spoleto, il momento delle scosse fu circa $3'$ dopo; cioè nella zona che costeggia l'Adriatico l'ora media fu verso le $9^h\ 5'$; nella zona che costeggia il Mediterraneo verso le $9^h\ 6'$.

i) Il detto valore dei tempi e la direzione dei secondi moti per SW-NE, dimostrano che la zona centrale fu come lungo *radiante,* da cui mossero correnti ondose fra loro parallele, perpendicolari al radiante medesimo, avviate a investire di fronte tutte in una volta le due spiagge marine, e specialmente la spiaggia adriatica.

k) Perciò da Rimini a Pescara, che pur distano fra loro di 230 chilometri, il terremoto percosse in un istante medesimo.

l) I moti ondosi molto gagliardi discesi all'Adriatico andarono più veloci di quelli assai deboli discesi al Mediterraneo.

m) L'onda di NW, che eccitava tra Firenze e Spoleto un vigoroso radiante di nuove onde per SW-NE, corse per l' asse della penisola, e comparve nell' Italia superiore e inferiore più tardi che sulla zona assiale media.

Conclusioni generali. — Le undici proposizioni sovresposte non sono che l' espressione dei fatti, e ognun vede che confermano in generale i concetti accennati nella mia prima Nota; i quali posso ora meglio precisare e riassumere nelle proposizioni seguenti:

n) Una prima onda che percosse nella zona centrale per NW-SE, fu di tutto lo sconquasso sismico della sera del 12 in Italia cagione principale. Le onde per SW-NE che vennero di poi si mostrarono da per tutto come complemento di quell' onda primaria.

o) Cioè dopo l' urto avvenuto nella zona centrale, una schiera di sismiche correnti marciò di fronte verso un mare e verso l' altro, e le due coste italiane con moto di altalena trasversale traballarono verso i due mari e verso la linea assiale.

p) Il qual fatto consuona col principio posto già dal De Rossi, che cioè *allo scotimento di una linea di frattura, seguita l' ondulazione trasversale de' suoi labbri.*

q) Per ispiegare come la seconda fase del fenomeno, cioè i moti per SW-NE, che furono conseguenza dei primi per NW-SE, potesse superare di gran lunga in potenza la fase prima motrice di tutto, conviene ammettere anche ad oriente d' Italia, cioè in Dalmazia o nel fondo dell' Adriatico, un altro radiante parallelo a quello assiale italiano. Con che si viene a confermare che la lunga schiena appennina, quasi fosse lungo e colossale ponte, ebbe a traballare a destra e a sinistra sulle smosse sue basi.

r) La terza serie di onde, che in qualche luogo apparve, venne forse dal radiante orientale.

s) I maggiori danni avvenuti nella regione Fabriano-Sanginesio-Camerino, saran forse derivati da una combinazione di dannose interferenze.

t) Infine, il primo terremoto che ha percosso l' immenso quadrilatero che ha i suoi vertici in Cosenza, Ragusa, Salisburgo, Aosta, deve essere stato di quelli detti *tellurici* (Stoppani, *Corso di Geologia*), dipendenti cioè non da cause vicine e locali, ma da cause estranee, o derivate da grande lontananza. L' altro susseguente e complemento del primo sarà stato *perimetrico*, cioè specialmente dipendente dal radiante italiano.

Tutte queste proposizioni, che oggi ho potuto stabilire, confermano adunque abbastanza la mia Nota precedente. Le dimostrazioni si vedranno nel Rapporto Generale che invierò al *Supplemento della Meteorologia Italiana.*

II.

In quanto al *presentimento* degli animali per il terremoto, io dico in prima che v' ha in essi un *senso* particolare del terremoto, con che voglio dire che certi effetti, forse elettrici, al terremoto associati, essi animali li sentono, e noi no. Ecco su questo punto il più bello e significante tra i fatti che ho raccolti nelle ricerche sul terremoto 12 marzo: del qual fatto volli la precisa descrizione dall' osservatore medesimo, che è il sig. Ernesto Antonini, professore a S. Angelo in Vado, bravo cultore delle scienze naturali, e chiaro per varii diligenti lavori nella sua scienza. Egli scrive:

« La sera del 12 marzo mi trovavo nel mio studio scrivendo certe osservazioni per il prof. Fabbri di Bologna, quando mi sento ad un tratto scosso da un urto di terremoto che mi guastò la parola, al quale tenne dietro un altro più forte e di più lunga durata. Circondato come io era da un silenzio sepolcrale, mi parve poco prima delle scosse di sentire un sibilo; cosa che io non posso bene accertare, perchè, intento com' era al mio lavoro, non cercai cosa fosse e d' onde venisse: ma in seguito sentii marcatamente questo sibilo, per due volte, ben distinto dallo stridore dei cristalli del mio gabinetto e dal rumore dei vasellami del mio laboratorio. Non conoscendo la causa di simil voce, mi feci in fine ad indagarla, e conobbi che veniva da una scatola a me prossima, ove da più di un anno tengo imprigionato un orbettino (*anguis fragilis*). Scoperchiai la scatola: vidi che il mio animale si era destato, e dimenava lentamente il suo capo, e vibrava di tratto in tratto la sua lingua: e, distesa la sua ciambella, ripetè più fiocamente il sibilo.

» Soddisfatta la mia curiosità, lo lasciai in pace. Solo il giorno appresso lo rivisitai, e trovai che il povero rettile si era di nuovo inciambellato, ed era ricaduto nel suo letargico sonno.

» Un dilettante piglia-rettili mi regalò in varii tempi tre *orbettini*, presi nelle campagne del nostro territorio, e specialmente nei prati di Selva-Nera. Mai da loro intesi qualsiasi voce. »

Appena informato di questa curiosa osservazione, mi detti premura di invitare il prof. Antonini a studiare e sperimentare se per

caso quel destarsi e sibilare e dimenarsi e distendersi del suo orbettino fosse stato cagionato dagli impulsi puramente meccanici del terremoto. Egli soddisfece alla mia richiesta molto bene, nel modo qui appresso da lui descritto:

« Presi la piccola scatola, ove tengo in prigione l' orbettino; la posi sopra un tavolo, e, scoperchiatala, mi misi a cullare il tavolo, mandandolo per ogni verso: ma l' orbettino non si scosse, nè sibilò. Quindi la posi sopra un elastico pavimento, e mi misi, in compagnia dei miei ragazzi, a fare l' altalena, affinchè il pavimento oscillasse: e di fatto tutto si ottenne regolarmente: ma l' orbettino nè si scosse, nè sibilò. In ultimo, collocai la scatola sopra un largo tavolo, e mi feci ad urtarlo improvvisamente con scosse violente: solo l' orbettino fece un piccolo movimento col capo da sinistra a destra; nè si scosse, nè sibilò. Ho ripetuto per qualche giorno tali prove, ma sempre con gli stessi risultati.

» Alla fine mi venne l' idea di fare un' altra prova. Avevo in pronto una piccola macchina elettrica di induzione: caricata la sua pila col bisolfato di mercurio, applicai i due poli, uno sul dorso dell' orbettino e l' altro alla coda. Allora il povero animale si scosse violentemente e mandò un soffio, allungando la sua biforcuta lingua, che io credetti d' averlo ucciso. Rifeci la prova, ma conobbi che il poveretto soffriva molto: perciò tralasciai, volendolo serbare per altre mie speciali osservazioni. »

Ognun vede che l' osservazione del prof. Antonini è ben condotta, ed è molto significante. A proposito di simili fatti, facilmente e spesso si ricorda e si ripete quella spiegazione di Humboldt: « La terra trema: è un momento che sembra contradire l' esperienza di tutta la vita, togliendoci l' innata confidenza nella stabilità del suolo. Pare che una potenza incognita subitamente si riveli; che la calma della natura fosse dunque un' illusione; e che siamo violentemente gettati in un caos di forze distruttive. Allora ogni rumore, ogni soffio di aria eccita l' attenzione, e sopratutto si diffida della terra su cui si cammina. Gli animali, massime i porci e i cani, provano quest' angoscia: i coccodrilli dell' Orenoco, d' ordinario muti come le nostre piccole lucertole, fuggono l' agitato letto del fiume, e corrono verso la foresta ruggendo. »

Così l' orbettino, se fosse stato libero, sarebbe corso fuori del suo letto sibilando. Ma la spiegazione di Humboldt non è sufficiente per questo caso; essendochè l' angoscia per l' instabile e scosso suo letto non potea l' orbettino provarla in quello stato di sonno letargico; e di più, l' avrebbe dimostrata eguale anche allo scuotersi artificiale della scatola, del pavimento e del tavolo. Adunque è da dire che qualche influenza a noi sconosciuta sopravviene alla superficie della terra coll' appressarsi e col battere del terremoto: la quale sentono certi animali, per la quale i coccodrilli ruggiscono e fuggono, e l' *anguis fragilis,* se dorme, si desta, si stende, scuote il capo, vibra la lingua, e, fuori del suo uso, sibila.

La stessa influenza, nell' ultimo terremoto, la sentirono fortemente i cani ed i polli, e la sentirono anche prima che la terra tremasse sotto i loro piedi: tanto che, in parecchi luoghi, al sentire i loro ululati e gridi e schiamazzi, si corse in fretta, anche colle armi, per cacciare i ladri, che si pensarono venuti alle case: e solo dopo discese le scale e corso qualche buon tratto di strada, s' incontrò, invece dei ladri, il terremoto. [1]

Da questi e molti altri somiglianti fatti, io credo doversi concludere:

1. Che nell' avvicinarsi del terremoto dev' esserci spesso alla superficie terrestre, o nell' aria, qualche grande alterazione di sostanze o di forze, che non sapremmo noi dire quali siano, o come restino modificate.

2. Che siffatta alterazione è sentita profondameute e con pena da alcuni animali.

3. Che forse da quella stessa alterazione viene il disturbo e il malessere di tutti i più sensitivi e nervosi temperamenti.

---

[1] La mattina del 23 Febbraio 1887, mentre l' orribile terremoto della Riviera Ligure di Ponente si faceva appena sentire in Firenze, un piccolo pappagallo, appartenente al Dott. Guasti in questa città, si agitò dapprima paurosamente, e poi s' acquattò spaventato, come cercando salvarsi. Il suo padrone non sentì affatto la scossa, ma, versatissimo nelle scienze naturali, al vedere l' agitazione dell' animaletto ripensò subito al terremoto, e solo più tardi seppe che il fenomeno era realmente avvenuto a quell' ora. (G. G.)

E poichè nei terremoti vi è qualche giuoco elettrico, o nell' aria, o certamente sotterra, come si prova per alcuni fatti che dirò nel Rapporto Generale, può facilmente congetturarsi che quella causa sconosciuta sia di natura elettrica, e gli animali ne ricevano maggiore eccitamento o maggiore scossa che noi, e così mostrino non solo quel loro più squisito e profondo senso del terremoto, ma ancora quel misterioso presentimento, di cui è così ferma l'idea e la maraviglia nel popolo. Ma, comunque passino le cose, il presentimento del terremoto non deve esser altro in sostanza che l'istesso senso dell' effetto a noi sconosciuto che accompagna le scosse, e che fa sibilare gli orbettini e ruggire i coccodrilli e abbaiare i cani; dappoichè tal effetto può correre e diffondersi per la terra o per l'aria più presto che i moti del terreno; e così la sensazione del medesimo si tramuta, rispetto ai moti del terreno, in una specie di presentimento.

RAPPORTO

DELLE OSSERVAZIONI FATTE

SUL TERREMOTO AVVENUTO IN ITALIA

la sera del 12 Marzo 1873

(Pubblicato nel *Supplemento alla Meteorologia Italiana*).

I. — Del modo tenuto nel raccogliere e correggere le osservazioni.

Scrivo la presente Memoria per consegnare agli annali della scienza i migliori dati di osservazione relativi al forte e molto esteso terremoto che la sera del 12 marzo 1873 percosse in Italia da Cosenza ad Aosta e contemporaneamente da Ragusa a Salisburgo, e per esporre insieme alcuni risultati più importanti e generali che dallo studio fatto su quei dati con buon fondamento si deducono.

Io qui in Urbino sentii quel terremoto nella sua massima gagliardia. E per questo formai subito il proposito di farci sopra qualche studio, avendo grande curiosità di conoscere d'onde e come un sì grande sconquasso tanto repentinamente venisse a invadere queste regioni per ordinario lasciate in molta pace. E dissi tra me stesso: se non riuscirò a penetrare le primarie leggi del fatto, forse gioverò egualmente alla scienza verificando e depurando, come meglio sarà possibile, i dati sperimentali o di osservazione raccolti per tutte le parti della penisola. E anche un sentimento di dovere mi spronava alla difficile impresa, dacchè parevami che più che ad altri toccasse a noi di assumere il grave carico di siffatto studio, essendoci noi trovati sul campo più battuto dalle scosse. Così mi detti arditamente al lavoro, che ho continuato fino ad oggi, e di cui ora rendo conto.

E in prima, perchè si possa giudicare qual fede si meritino tante cose che dovrò riferire, e tanti dati o elementi che dovrò stabilire, dirò del modo che ho tenuto nelle mie ricerche.

Il giorno 13 marzo, quando ancora l' impressione lasciata dallo strepitoso fatto era vivissima in tutti e le sue particolarità erano argomento dei comuni discorsi, mandai una circolare ai primari nostri Osservatorii e a molti distinti professori, pregandoli di precise risposte a una breve serie di quesiti che credetti più opportuni per giungere a fissare gli elementi principali del fenomeno. Ben presto, favorito dalla gentilezza di tutti, mi trovai in possesso di molte ben fatte relazioni. Queste prime relazioni mi suggerirono nuove ricerche, e mi fecero conoscere che alcuni dati, massime quello dei tempi, erano ben difficili a stabilirsi con certezza, e richiedevano nuove pazienti indagini. D' altro canto io vedeva bene che senza avere giustamente stabilito in che ora e minuto preciso il terremoto traversava le varie stazioni, non si sarebbe mai giunti a formarsi un esatto criterio sull' andamento del fenomeno. Quindi credei ben fatto d' invitare una seconda volta tutti gli osservatori a dare schiarimenti, o a fare correzioni sul detto elemento dell' ora e del minuto, in cui avevan notato il terremoto. Questa revisione e verificazione si rendeva inoltre al sommo necessaria per parecchi luoghi a fine di conoscere con certezza se l' ora data si riferiva al tempo vero, o al medio del luogo, ovvero al tempo medio di Roma. Giunsi in questo modo a dover fare gravissime correzioni, che quasi cangiarono del tutto i giudizi che in principio potevano farsi sulla origine e sull' andamento delle onde di scotimento. Si vedrà infatti che le ore che io do per alcune stazioni sono assai diverse da quelle che nei primi giorni comparvero negli articoli mandati ai giornali. I documenti che porto mostreranno bene come le ore da me date hanno ad accettarsi per più probabili, anzi in molti casi come sicurissime e giuste.

Oltre l' invio della seconda circolare, apersi con molti osservatori un' amichevole corrispondenza epistolare, quasi studiando con loro alcuni più curiosi e significanti fatti. Così mi è riuscito di mettere insieme una grande e preziosa messe di rapporti e di considerazioni, che per i molti e diversi argomenti e fatti a cui si riferiscono, sembrano quasi comprendere 50 o 60 terremoti, studiati da vari punti di vista e considerati in pari tempo sotto un aspetto unico più generale. Tutto verrò fedelmente riportando nella presente

memoria, la quale di tal modo, comunque lunga e minuziosa, riuscirà forse meno spiacevole a leggersi.

Altri scritti furono pubblicati sul medesimo terremoto. Dai medesimi ho studiato di estrarre le notizie e considerazioni più importanti, affinchè la presente memoria racchiuda quanto più e di meglio può desiderarsi di sapere intorno a quel grandioso fenomeno. Le memorie pubblicate che io conosco sono le seguenti:

E. Dal Pozzo Di Mombello. — Sui terremoti in generale e su quello del 12 marzo 1873. — *Corriere dell' Umbria:* Perugia, numeri 13, 25, 26, 27, 28 marzo.

P. Timoteo Bertelli. — Note stampate nell'*Armonia:* 14 marzo, 9 aprile.

Michele Stefano De Rossi. — Il terremoto dell' Italia superiore e centrale del 12 Marzo. — *Osservatore Romano:* 16 marzo e 19 marzo.

M. P. D. De Tchihatchef. — Lettres à M. le Secrétaire perp. de l'Académie des Sciences de France. — Comp. Rend. 17 mars, 31 mars.

G. Bellucci. — Sulle indicazioni del sismografo dell' Osservatorio di Perugia nel terremoto del 12 marzo. — *Corriere dell' Umbria:* Perugia, 1 aprile.

Girolamo Orsi. — Sul terremoto del 12 marzo 1873. — Articoli nel *Corriere delle Marche:* Ancona, numeri 90 e 91.

Michele Stefano De Rossi predetto. — Sulla continuazione del periodo sismico vulcanico-apennino dal 3 febbraio al 30 aprile 1873. — Roma, Atti dell' Acc. P. dei N. Lincei. — Citerò spesso questa memoria colla sola indicazione: De Rossi, *Memoria* 2.ª

II. — *Il terremoto in Urbino.*

Dalle relazioni che seguono si vedrà che il terremoto percosse più fortemente che altrove a Sanginesio, Camerino, Fabriano, Perugia, Urbino, e che in questi luoghi e in altri racchiusi nel perimetro segnato dai medesimi, si manifestò press' a poco colle medesime fasi. Perciò, a segnare i tratti primari e più generali del fatto, credo utile di premettere una breve descrizione del terremoto di Urbino, esponendo principalmente le mie proprie osservazioni.

Qui il fenomeno fu precorso da intenso rombo che crebbe rapidamente a gran violenza, e parve romoreggiare non sotterra, ma piuttosto per l' aria, quasi mugghiante procella che venisse a gittarsi sulla città. Quest' urlo precursore fu sentito in qualche luogo anche dall' interno delle case: ma meglio e più forte fu sentito alla campagna. Un contadino che valicava il vicino monte delle Cesane (a E di Urbino) ha poi raccontato che gli parve a un tratto di sentire come un gran vento tempestoso avanzarsi con indicibile furia dalla parte di Rimini, cioè da N, e precipitare sopra la città, scoppiandovi dentro con fracasso spaventevole. Qualcun altro ha sentito venire la romba da NE.

Io debbo giudicare che il muggito precursore fosse veramente all' aria libera e non già sotterra, perchè trovandomi io in quel momento in un piano bassissimo di questo Collegio Raffaello, quasi a contatto del terreno, sulla schiena NE della città, con gran silenzio all' intorno, non sentii affatto quel rumore. Se veniva di sotterra, perchè non avrei io dovuto sentirlo stando quasi in un sotterraneo?

Poco prima, o fors' anco al tempo stesso che romoreggiava quel fischiante muggito, era cominciato nei piani superiori del collegio uno strano e convulso vibrare di tutte le maggiori invetriate. Alcuni giovani del convitto, senza che avessero ancora avuta alcuna sensazione e neppur sospetto di terremoto, benchè fosse ora di silenzio e di quiete, dimandarono ansiosi la cagione di quel repentino e inusitato tremollo dei cristalli, che durò così solo e inesplicabile per 6 o 7 secondi. Questa loro osservazione io tengo come preziosa e sicurissima, perchè mi ricordo che altra volta occorse a me stesso il medesimo caso: che cioè stando nell' osservatorio sentii vibrare e sonare i cristalli della finestra con vivo e concitato movimento, ed ebbi tempo di stare un poco in orecchio considerando con qualche maraviglia quella curiosa novità, prima di sentirmi scuotere dal terremoto, che fu di quei gagliardi.

E dopo la romba, dopo il convulso vibrare dei cristalli, ecco i tremori del suolo. Io era seduto, in molta quiete, e subito me ne accorsi. Alcuno dice che vi fu in principio un lieve sussulto: a me invece parvero subito fitte e strette vibrazioni quasi orizzontali. Mi

misi tranquillo in attenzione, aspettando che i moti fossero più larghi o più forti per dire ai miei compagni: *il terremoto!* I moti crebbero prestamente e furiosamente d'energia, e vidi intorno a me un poco di spavento. Questo primo e progressivo rinforzarsi del tremuoto durò molto, forse 12''; ed era già uno dei più forti che qui io abbia sentito. Poi presto le vibrazioni diminuirono d'ampiezza e di forza, e a me parve che per un momento quietassero del tutto. Ma subito ripercuotono con impeto più violento, e si sente che la furia va crescendo, e pare che tutto debba rovinare. Io sentiva allora un rumore o meglio un urlo continuato, fischiante, spaventevole: ma piuttosto che dirlo un suono tutto proprio, distinto dai tremori del suolo e della casa, lo giudicai come semplice effetto del rapido vibrare di tutte le cose. Al massimo di questo fracasso eravamo certamente sui 22 o 23 secondi di durata delle scosse, come quindi si potè giudicare ripetendo alcune azioni fatte in quel tempo. Intanto negli alti piani del collegio l'ondulazione giungeva ai 20 e 30 centimetri d'ampiezza, e un gran terrore si spargeva per tutta la città, quando in gran numero di case videro fendersi e muri e volte, e caddero calcinacci, mattoni e porzioni di soffitti, e si rovesciarono circa 160 comignoli di camini. Si vedrà che *nell' istesso minuto*, si scosse e traballò tutto il suolo italiano da Pescara a Porretta, quasi gran bastimento percosso da subiti colpi d'artiglieria. Dopo quel momento io non sentii più altro, perchè corsi a visitare chi poteva aver bisogno di conforto. Dagli altri ho saputo che l'ultima fase fu una lunga serie di ondulazioni che lentamente andarono decrescendo, sino a spegnersi per gradi sempre meno sensibili.

In Urbino (e si vedrà che in questa parte centrale d'Italia fu quasi per tutto l'istesso) i moti più forti, cioè le seconde scosse, avvennero prossimamente nella direzione ENE-WSW. Ciò si avvertì facilmente nel tempo stesso del terremoto, chè per onde così poderose non v'è davvero bisogno di sismografo: ma poi meglio si potè accertare considerando gli effetti meccanici che le scosse avevan prodotto. Qui la caduta degli oggetti è stata verso E, verso SW, verso SE: ma penso che le più pesanti e furibonde ondate siano venute da SW, com'è stato a Fabriano, e argomento da ciò

che gli spostamenti più significanti avvenuti in questa seconda fase sono stati verso SW. Basti dire d' un alto sacco tutto pieno di farina, che stava dritto appoggiato a una parete volta a SW, che si è rovesciato girando verso SW e sdraiandosi tutto lungo nel mezzo della stanza.

La direzione media verso ENE delle maggiori scosse spiega bene la particolare posizione delle fenditure e crinature che si son fatte nei muri e nelle volte: perchè, in quanto ai muri, sono rimasti intatti quelli il cui piano era perpendicolare all' andamento delle onde, e fessi e crinati molti degli altri: in quanto alle volte, sono rimaste offese quelle che ondeggiarono trasversalmente ai propri assi, essendo ben naturale che una volta risenta grandemente anche un minimo moto o spostamento laterale de' suoi piedritti. Lo stesso avveniva a Fabriano, come si vedrà dalla relazione dell' Ing. Carlo Morbelli, dal quale appresi la giustissima considerazione ora esposta. A Bagnorea il sig. Carlo Raffaele Gualterio faceva l' istessa importante osservazione.

La direzione che ho detta per ENE-WSW fu propria dei maggiori scotimenti, che a me parvero un secondo e distinto terremoto.

In quanto al primo, non seppi nei primi giorni bene accertare il suo andamento: ma in seguito dalla cognizione di molti fatti ho dedotto abbastanza sicuramente che esso aveva una direzione perpendicolare a quella del secondo, cioè batteva secondo la linea NW-SE. Un lungo e profondo recipiente, dove il livello dell' acqua contenutavi era distante dall' orlo circa quindici centimetri, cominciò a gittarne fuori a ondate fino dalle prime scosse, e i getti andavano specialmente verso N e S. Una persona che vi stava appresso si sentì al medesimo tempo come spinta a cadere verso N. Molti camini sono caduti dalla parte di SE. Bisogna dunque ammettere una prima serie di scosse, e anche assai potenti, dirette fra NW e N. Non lascerò anche di dire che alcuno ha notato tra le due serie di scosse un piccolo moto vorticoso. Ciò conferma la direzione perpendicolare delle due linee di onde; perchè in qualche luogo, per condizioni particolari del terreno o dell' edifizio, le prime vibrazioni dovean durare ancora, quando sopravvennero le seconde.

Son queste le fasi principali del terremoto del 12 marzo, facili e preste a dirsi, ma cagione di lunghi danni e associate con molti fenomeni che dovremo descrivere, degni di lungo e profondo esame.

III. — Quadro di alcuni elementi geografici relativi ai vari luoghi di osservazione.

Prima di riferire le osservazioni particolari di ogni luogo, do nel seguente quadro le sue coordinate geografiche, che si rendono necessarie per collegare lo studio dei tempi e delle posizioni collo studio della propagazione delle onde, e per ridurre tutte le ore a un solo meridiano. Il mio confratello P. Prof. Pio Liverani, assistente all' Osservatorio Ximeniano di Firenze, mi ha favorito quelle coordinate per tutte le stazioni, deducendone molte graficamente dalla grande Carta d'Italia fatta dagli ingegneri austriaci. Ho quindi calcolato e aggiunto ivi appresso le longitudini da Parigi in tempo medio, e le differenze di longitudine con Roma, esse pure in t. m. Nell' ultima colonna ho scritto i nomi di tutti gli osservatori, ai quali dobbiamo immensa lode e riconoscenza, essendo tutto loro merito se la presente memoria potrà consegnare agli annali della scienza un terremoto bene studiato.

STAZIONI	LATITUD.	LONGITUD. in t. m. da Roma	NOMI DEGLI OSSERVAT.
Cosenza	39°. 19'	14'. 58'' E.	Prof. Domenico Conti.
Napoli	40. 52	7. 11 E.	Prof. Luigi Palmieri.
Velletri	41. 41	1. 18 E.	D. Ign. Galli e Ing. P. Ditucci.
Sora	41. 43	4. 59 E.	Prof. Nicolucci.
Anagni	41. 45	2. 49 E.	Dottor Zappasodi.
Castel Gandolfo	41. 45	0. 47 E.	Luigi Marazzi.
Rocca di Papa .	41. 46	1. 2 E.	Salvatore Fondi ed altri.
Frascati	41. 48	0. 54 E.	P. Lavaggi.
Monte Porzio . .	41. 49	1. 3 E.	T. Ricci.
Piglio	41. 50	2. 46 E.	Ing. Ed. Lupi.
Roma	41. 54	0. 6 E.	P. Angelo Secchi.
»	41. 54	0. 0	Prof. Michele Stefano De Rossi.
Ciciliano	41. 57	1. 57 E.	R. Riccardi.
Tivoli	41. 58	1. 22 E.	Canon. Coccanari.
Avezzano	42. 2	3. 54 E.	Ing. Ludovici.
Monte Rotondo.	42. 3	0. 39 E.	Giuseppe Gatti.
Civitavecchia . .	42. 6	1. 58 E.	Ing. Giuseppe De Andreis.
Aquila	42. 21	3. 31? E.	Ing. Partini e B. Bonanni.
Chieti	42. 21	6. 50 E.	Prof. Enrico Cristini.
Rieti	42. 24	1. 37 E.	Dottor Riccardo Gamba.
Viterbo	42. 25	1. 24 W.	Prof. G. Barbieri, e D. S. Medichini.
Pescara	42. 26	7. 13 E.	Dott. Girolamo Orsi.
Orte	42. 27	0. 17 W.	Agóstino Ralli.
Ragusa	42. 37	22. 40 E.	Prof. G. Podielm.
Bagnorea	42. 38	1. 26 W.	Carlo Raffaele Gualterio.
Teramo	42. 40	4. 49 E.	Prof. Carlo Fracassa.
Acquasparta . .	42. 41	0. 22 E.	E. Achillini.
Orvieto	42. 43	1. 22 W.	Prof. Luigi Chatel.
Spoleto	42. 44	1. 8 E.	Prof. Arpago Ricci.
Grosseto	42. 46	5. 21 W.	Prof. Andrea Bongini.
Todi	42. 47	0. 12 W.	Prof. Enrico Ippoliti.
Norcia	42. 47	2. 33 E.	Prof. Santoni e Prof. Colantoni.
Ascoli	42. 51	3. 51 E.	Prof. G. Tranquilli e A. Saladini.
Trevi	42. 53	1. 10 E.	Prof. Arpago Ricci.
Monte Fortino .	42. 56	3. 33 E.	Luigi Antonini.
Foligno	42. 57	1. 0 E.	Prof. Giovanni Salvatori.
Amandola . . .	42. 59	3. 38 E.	L Antonini e V. Astorri.
Spello	42. 59	0. 52 E.	Prof. Luigi Gaspari.
Penna S. Giov. .	43. 3	3. 52 E.	Vincenzo Astorri.
Sanginesio . . .	43. 6	3. 27 E.	Signor Sindaco.
Perugia	43. 7	0. 16 W.	Prof. Dal Pozzo e Prof. Bellucci.
Camerino	43. 8	2. 27 E.	Prof. Luigi Berti.
Fermo	43. 10	5. 2 E.	Prof. Giulio Agolini Ugolini.
Matelica	43. 15	2. 13 E.	Prof. Filippo De Sanctis.
Macerata	43. 18	3. 59 E.	Prof. Piero Giuliani.
Civitanova . . .	43. 18	5. 6 E.	Prof. F. Mici e Prof. G. Ceccarelli.
Fiena	43. 19	4. 28 W.	Prof. Cesare Toscani.
Sigillo	43. 20	1. 9 E.	Ubaldo Colini.
Sabriano	43. 20	1. 48 E.	Prof. C. Morbelli e Prof. A. Zonghi.
Cingoli	43. 22	3. 2 E.	Gaetano Castiglioni.
Volterra	43. 24	6. 22 W.	P. Prospero Lotti.

STAZIONI	LATITUD.	LONGITUD. in t. m. da Roma	NOMI DEGLI OSSERVAT.
Città di Castello.	43°. 27'	0.' 52" W.	Prof. Saverio Santini.
Cantiano	43. 28	0. 42 E.	Antonio Giordani.
Castelplanio . .	43. 29	2. 30 E.	Giacomo Angeli.
Spalatro.	43. 30	15. 54 E.	I. R. Istituto Meteor. di Vienna.
Jesi	43. 31	3. 8 E.	Prof. V. Mattioni.
Livorno	43. 32	8. 37 W.	Prof. Pietro Monte.
Pergola	43. 33	3. 30 E.	P. Raffaele Piccinini.
Cagli	43. 33	0. 47 E.	Prof. Gregorio Mei.
Ancona	43. 37	4. 11 E.	Prof. Francesco De Bosis.
S. Angelo in Vado	43. 39	0. 12 W.	Prof. Ernesto Antonini.
Mondavio	43. 40	2. 1 E.	Giuseppe Monti.
Fossombrone . .	43. 41	1. 22 E.	Prof. Giuseppe Ceccarelli.
Urbino	43. 43	0. 44 E.	P. Alessandro Serpieri.
Cartoceto	43. 46	1. 12 E.	Camillo Marcolini.
Pontassieve . . .	43. 46	4. 1 W.	Guido Libri.
Firenze	43. 46	4. 49 W.	Prof. G. B. Donati.
»	43. 46	4. 47 W.	P. Filippo Cecchi.
»	43. 47	4. 42 W.	P. Timoteo Bertelli.
Sebenico	43. 48	13. 36 E.	I. R. Istituto Meteor. di Vienna.
Pennabilli	43. 49	0. 44 W.	Prof. Dario Mattei.
Fano	43. 51	2. 14 E.	Prof. Avoni.
S. Marino	43. 56	0. 1 W.	Palamede Malpeli.
Rimini.	44. 3	0. 33 E.	Osservatorio e P. T. Bertelli.
Savignano. . . .	44. 6	0. 14 W.	Ing. Lucio Fellini.
Zara	44. 7	11. 4 E.	I. R. Istituto Meteor. di Vienna.
Porretta.	44. 9	5. 55 W.	P. Timoteo Bertelli.
Forlì.	44. 13	1. 39 W.	Antonio Merlini.
Genova	44. 26	14. 4 W.	Prof. G. M. Garibaldi.
Bologna.	44. 30	4. 24 W.	Prof. Alessandro Palagi.
Modena	44. 39	6. 6 W.	Prof. Domenico Ragona.
Pola	44. 52	5. 32 E.	I. R. Istituto Idrografico.
Alessandria . . .	44. 54	15. 21 W.	Can. Pietro Parnisetti.
Moncalieri . . .	45. 0	18. 55 W.	P. Francesco Denza.
Mantova	45. 10	6. 37 W.	Prof. Agostini.
Pisino	45. 13	5. 48 E.	I. R. Istituto Meteor. di Vienna.
Lodi	45. 19	11. 47 W.	Prof. Stanislao Belli.
Fiume	45. 20	7. 56 E.	Prof. Stahlberger dell'I. R. Acc. (Milit.
Padova	45. 24	2. 20 W.	R. Osservatorio.
Umago	45. 25	4. 17 E.	I. R. Istituto Meteor. di Vienna.
Venezia	45. 26	0. 27 W.	Prof. Giuseppe Meneguzzi.
Milano	45. 28	13. 0 W.	Prof. G. V. Schiaparelli.
Trieste	45. 39	5. 16 E.	I. R. Istituto Meteor. di Vienna.
Aosta	45. 44	20. 25 W.	Prof. P. G. Volante.
Varallo	45. 48	16. 44 W.	Prof. Pietro Calderini.
Lugano	46. 0	14. 0 W.	Osservatorio.
Udine	46. 4	3. 7 E.	Prof. Gio. Clodig.
Belluno	46. 8	0. 57 W.	A. De Fulcis.
Grubhof. . . . . (nel Salisburgh.)	47. 35	0. 55 E.	Contessa Von Almasy.

IV. — *Osservazioni fatte sui principali elementi del fenomeno.*

Per poter fare uno studio sulle molte relazioni ricevute, reputai necessario di dividere in prima le osservazioni tutte in varie classi. La prima classe sarà di quelle che si riferiscono specialmente alla parte dinamica del fenomeno; e di esse farò in questo capitolo una fedele esposizione colle stesse parole originali usate dagli osservatori, qualche poco ridotte per amore di brevità; e dove occorra, ragionerò sui dati da loro forniti per ben fissarne il valore.

Tutte le ore le riduco al meridiano di Roma, prendendo la correzione per la differenza di longitudine dal quadro del capitolo precedente: e per le ore date in *tempo vero* aggiungo 9'. 52", che è l'equazione del tempo medio per il mezzodì del giorno 12.

Così in questo capitolo fisserò per ogni stazione:

1° L' ora precisa del fenomeno in t. m. di Roma;

2° La direzione delle scosse;

3° La loro durata;

4° Se vi fu romba che abbia preceduto, accompagnato, o seguito il terremoto;

5° La forza delle scosse.

Cosenza. Ora data 9. 5' t. v.
(Ora in t. m. di Roma 9. 0')

Il prof. Conti scrive: «Io avevo terminato di fare le osservazioni delle 9 ore pom. e stavo per rileggere il termometro bagnato del psicrometro, quando mi sentii mosso dal moto sussultorio, indi ondulatorio, la cui direzione fu da NW a SE. La seconda scossa fu leggera ma lunga: insieme durarono circa 12". Subito mi diressi al barometro: e mentre avevo segnata la pressione 735, 98, trovai poco dopo 734,88. Sappia che in questo mese il barometro si è sempre mostrato oltremodo oscillante.»

Forza. Poco sensibile, quantunque di lunga durata.

Napoli.

L' ora non fu segnata con precisione, perchè, come scrive il

prof. De-Gasparis, « il fenomeno fu appena sensibile, e nessuno degli astronomi se ne accorse. »

Il prof. Palmieri scrive: « Il terremoto non si è esteso a queste province meridionali: esso si sentì solo debolmente negli Abruzzi. La Calabria, che può dirsi la patria dei terremoti, non si è risentita affatto, onde il centro si deve cercare in coteste province. Il sismografo elettromagnetico dell'Osservatorio Vesuviano, che suole annunziare i terremoti alcuni giorni prima, non ha mancato anche questa volta di fare il suo ufficio: esso fu inquieto il giorno 8 sino alle 10 ore ant. Ma nel giorno 12 era quasi tranquillo, come suole avvenire nel momento che la sua previsione si avvera. »

Velletri. Ora data 9. 6' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 9. 5').

Il prof. ab. Galli scrive: « Io era in casa tranquillamente seduto, in una camera al terzo piano, quando tutt' a un tratto vidi muoversi il mio scrittoio, che è grande e pesantissimo. Sulle prime credetti che una persona sedutavi accanto l' urtasse colle mani. Ma, accortomi che era un terremoto, raccomandai la quiete e cavai l' orologio. Allora il movimento parve indebolirsi assai, ma presto rinforzò con maggior violenza di prima, tanto che scrittoio, scaffali ed altri mobili oscillavano in maniera da fare spavento; e tazze, bicchieri, strumenti di fisica, si urtavano e sonavano in modo stranissimo. La scossa fu solamente ondulatoria, nella direzione approssimata da NE a SW, e sarà durata al più un 30''; ma alcuni oggetti durarono a oscillare per 50'' dal momento che cominciai a osservare l' orologio. »

Romba. « Avvertii benissimo una forte romba sotterranea, che parve allontanarsi nella direzione W. »

Forza. « In qualche casa sonarono i campanelli. Ma la scossa fu poco o niente sentita da chi si trovava nei piani inferiori delle case. Niun danno è avvenuto. »

Lo stesso ab. Galli mi dice dei paesi vicini:

CISTERNA (11 chilom. a SSE da Velletri) ebbe scossa debolissima.

L'ABBADIA DI VALVISCÒLO (20 chilom. a SE da Velletri) ebbe scossa forte con romba.

NORMA, che è su d' un picco a S dei monti Lepini (calcarei), non ebbe affatto il terremoto. È però da notare che in quel luogo niuno ha mai sentito alcun terremoto.

Questa nota del prof. Galli mi ricorda i così detti *ponti* del Perù, ossia luoghi, che il terremoto sembra tanto rispettare che mai vi si fa sentire, mentre pure percuote tutt' intorno. Sarebbe da studiare se veramente il territorio o il paese di Norma sia in Italia un esempio costante di quel fenomeno dei ponti. Anche a Ciciliano (come si vedrà) il terremoto non suol farsi sentire.

Il prof. Stoppani sospetta che la cagione di tal fatto consista in qualche grande soluzione di continuità che sia nel terreno presso la superfice. (Geol. Vol. I. § 840).

CORI (piccola città a 15 chilom. a E di Velletri) ebbe scosse ben sensibili, che furono più forti nelle case poste più al basso.

VALMONTONE (18 chilom. a NE di Velletri) ebbe scossa assai forte, sussultoria in principio.

TERRACINA (60 chilom. a SE di Velletri) e PORTO D'ANZIO (30 chilom. a SSW di Velletri) posti al livello del mare, non sentirono affatto il terremoto.

Velletri.

Il prof. M. De Rossi nella sua Memoria 2ª riporta le seguenti osservazioni dell' ing. Pacifico Ditucci.

« Il moto ebbe due fasi; la prima molto violenta, seguita da una calma di pochi secondi; la seconda molto più rimessa della prima. Il detto Ingegnere osservò le oscillazioni del petrolio in un lume di cristallo, e le vide precisamente dirette da ESE a WNW, con piccola divergenza al Sud. La durata dell' oscillazione del liquido nel lume superò un minuto e mezzo. L' istesso andamento mostrava un grosso bracciuolo di ferro liberamente pendente, che descriveva un arco di 12 centimetri. »

I due osservatori di Velletri danno due direzioni diverse che sono tra loro perpendicolari. È da credere che ognuno abbia segnata la direzione della scossa che sentì più forte: perciò, stando ai loro medesimi rapporti, ritengo che la direzione ESE fosse la prima, e

l' altra SW la seconda, e così le dispongo nel Quadro finale generale.

Sora. De Rossi: *Memoria* 2ª.

Il prof. Nicolucci fa sapere dall' Isola (paese presso Sora) che il terremoto fu ivi ben sensibile da E a W, come a Sora e a Castelluccio. Egli dà l' ora « 9 ore e pochi minuti: » ma così semplicemente espressa, com' è di tante altre, non può mettersi in calcolo.

Romba. Fu preceduto da rombo somigliante a forte sbuffo di vento.

Anagni. De Rossi: *Memoria* 2ª. Ora data 9 10' t. m. loc.
(Ora in t. m. di Roma 9. 7').

« Terremoto da SE a NW: due scosse ondulatorie della durata in tutto di 10 a 15''. »

Il Dott. Zappasodi, che dà tal notizia, dice che a 8 ore pom. vi fu altra scossa leggera nella stessa direzione. Egli stesso mi fece conoscere il tempo dell' ora data.

Castel Gandolfo. De Rossi: *Memoria* 2ª.
(Ora data 8. 52'; che tempo?)

Il sig. Marazzi dà notizia di due scosse ondulatorie alla distanza di 1' ½; leggera la prima, durata 2''; più sensibile la seconda, durata 8'': ambedue per SE-NW.

Rocca di Papa. De Rossi: *Memoria* 2ª.
(Ora data 9. circa; t. ?)

Dal sig. Fondi e da altri è indicata una scossa ondulatoria, della durata di cinque secondi, diretta da NE a SW.

Frascati. De Rossi: *Memoria* 2ª.
(Ora data 9. 2' t. m. di Roma).

Quest' ora è data dal prof. Lavaggi, che aggiunge la notizia della durata di 10'' e della direzione di SE-NW.

Non potei aver conferma dell' ora. La pongo nel Quadro finale come dubbia, perchè troppo più bassa delle altre.

M. Porzio. Ora data 9. 4' t. m. loc.
(Ora in t. m. di Roma 9 3').

Il sig. T. Ricci mi ha data l' ora sopradetta. Il medesimo riferiva (De Rossi, *Memoria 2ª*) che il terremoto fu ondulatorio, e durò circa 16'', diretto come nel gennaio, cioè tra SW ed W.

Forza. Debole: neppure fe' sonare i campanelli.

Piglio. De Rossi: *Memoria 2ª*.
(Ora data 9. 10'; t. ?).

Il sig. Lupi fa sapere che la scossa fu ondulatoria da S a N, e durò 10''. Fu ben sensibile, ma non fece danni. Non dice di che tempo sia l' ora da lui data.

Roma. P. Angelo Secchi.
(Ora data in t. m. 9. 5')

Il P. Secchi mi scrisse: « Il terremoto avvenne precisamente a 9 ore 5', essendosi fermato un orologio in quel momento. Vi fu un sollevamento sensibile, ma non rapido, e solo quale si prova a bordo d' un gran bastimento. Fu una vera serie di ondate che passò sotto di me. Sentii inchinarmi e sollevarmi, indi abbassarmi, e ciò per tre volte almeno. Mi sentii girare la testa e turbare lo stomaco, come proprio fossi in mare. Dissi a un compagno: È terremoto? Ma egli non aveva sentito nulla. Cinque minuti più tardi trovammo grandi oscillazioni *verticali* nel declinometro e nel bifilare, e quasi nulle in senso orizzontale. »

Simile alla breve, ma ben scolpita, descrizione del P. Secchi è quella che fu inviata da un corrispondente di Roma alla *Allg. Zeitung* riportata nel numero del 1 Aprile 1873 del Giornale Meteorologico (*Zeitschrift*) che si pubblica a Vienna dai signori Jelinek ed Hann. « Nessuno ricorda (dice il corrispondente romano) un terremoto così forte come quello della sera del 12 marzo a 9 ore e 3'. A me parve in prima che un colpo improvviso di vento scotesse violentemente le piante di mirti e cedri, che io vedeva dal mio balcone. Poi mi sentii sollevare quasi in direzione verticale, e insieme sospingere avanti e indietro con moto di altalena. Parevami

che qualcuno mi avesse preso e mi venisse agitando per farmi cadere. Questi moti durarono 15''. Sul finire vi fu una ondulazione da NE a SW. Verso Albano il terremoto fu anche più forte. »

Roma. Prof. M. S. De Rossi.
(Ora data in t. m. 9. 6').

Il Prof. De Rossi, che sentì pur benissimo il terremoto, ne dà questa descrizione: « Il terremoto fu alquanto sussultorio da principio, avvertito allora da pochi: vennero quindi alcune ondate da NW a SE: poscia tregua e calma perfetta per qualche istante: quindi novamente scosse ondulatorie per altrettante ondate: a queste seguì un tremito prolungato, dopo il quale si ebbero alcune scosse ondulatorie, terminate anch' esse con lungo tremito. La durata totale fu di 15'' almeno. »

Il prof. De Rossi non stette contento alla sola osservazione propria. Ricevute dal P. Secchi e dal sig. E. Fabbri Scarpellini le osservazioni fatte alle Specole del Collegio Romano e del Campidoglio, ne cercò molte altre per tutta Roma, e dall' insieme di tutte concludeva in questa sentenza:

« La quasi statistica da me fatta delle indicazioni di suono e non suono di campanelli, di fermata e non fermata degli orologi fa risultare che vi furono due linee fra loro normali di ondulazione, cioè una prima linea NW-SE, e la seconda SW-NE. »

Un altro grazioso fatto, molto significante, che il De Rossi dice accaduto a diligentissimo e sperimentato osservatore, conferma la stessa cosa. Egli (narra il De Rossi) al momento del terremoto trovavasi in una vettura nel principio della via Ripetta andando verso la piazza del Popolo, nella via cioè parallela al fiume, e sulla sponda sinistra del medesimo, nella direzione di NNE-SSW. Alcuni istanti prima del terremoto, il cavallo si pose in agitazione, ricusando di camminare e ricalcitrando: per lo che il detto osservatore si alzò, e si pose a vedere che cosa accadesse nell' animale, e guardava perciò l' asse della via. Credette esser preso da vertigine, poichè vide improvvisamente tutta la linea dei fanali a gas scossa come da un colpo secco, che li fece tutti insieme guizzare. Quindi tutt' intera la linea parvegli si spostasse per avvicinarsi all' asse

centrale della via: cioè si alzò da NW a SE. Dopo ciò la vide ritornare al suo posto primitivo, descrivendo una piccola onda velocissima, ossia zig-zag, proveniente da NE a SW; mostrando con ciò di essere tornata alla primitiva situazione con un' onda normale a quella che l' aveva da prima spostata. È pure da notare che quest' osservatore, allorchè mi descrisse quel fenomeno da lui creduto assai importante, non sapeva che in città si fossero da altri osservate le due onde normali fra di loro, nè che fosse cosa già altre volte notata nello studio dei terremoti. »

Questo bravo osservatore, che forse non sentì il terremoto, ha saputo vederlo molto bene!

Ciciliano.

(Ora data in t. m. di Roma 9. 5')

Il sig. Riccardi mi scrive che quest' ora fu segnata da un orologio regolato con quelli di Roma il mezzogiorno del 12.

Dalla Memoria 2ª del De Rossi si ricava (per le osservazioni del medesimo Riccardi) che il terremoto fu gagliardissimo e produsse capogiri. Una palla di pietra, che pendeva legata ad uno spago, si mosse nella direzione di SE. Da oltre 40 anni non si era sentito in Ciciliano alcun terremoto, meno un piccolo scotimento da pochi avvertito il 19 gennaio 1873.

Tivoli. De Rossi: *Memoria 2ª*.

(Ora data 9. 10' circa; t ?).

Il sig. Coccanari dice che la scossa fu ondulatoria, e fece sonare in tutte le case i campanelli; e fu in principio leggera, poi forte, e durò ben 16''. Egli dà la direzione ENE-WSW (scritta EEN-SSW, certo per errore), e dice che altri la giudicò decisivamente E-W. Egli aggiunge: « Alla luce della luna osservai da lontano il lago della solfatara, se vi si notasse evaporazione; ma nulla. Nè eravi alcun sentore del puzzo della solfatara. »

Il sig. Petrucci dà la direzione N-S.

Certamente adunque vi furono scosse in direzioni diverse. Quindi prendendo norma da tante altre osservazioni pongo (con ?) nel quadro generale prima N-S, poi W-E.

Romba. Sentita da alcuni.

Forza. Non si ricorda l' eguale.

Avezzano. De Rossi: *Memoria* 2ª.
(Ora data 9. 0'; t. ?).

Il sig. Ludovici avvertì una scossa ondulatoria piuttosto forte, diretta prossimamente da S a N, non durata più di 4''.

M. Rotondo. De Rossi: *Memoria* 2ª.
(Ora data 9. 10'; t. ?).

Il sig. Gatti riferiva: « La scossa fu ondulatoria, leggera in principio, crescente e gagliarda senza interruzione, seguita da succussoria, trasformata in ondulatoria più forte, terminata in ondulatoria assai grave. Il tutto in 60''. » Si ravvisano le due maggiori serie di ondate.

Romba. Preceduta da forte sbuffo di vento NW.

Forza. Sonarono le campane dell' orologio pubblico: caddero molti sopramobili. Una grande caldaia gettò fuori tant' acqua che spense il fuoco.

Civitavecchia. De Rossi: *Memoria* 2ª.
(Ora data 9. 5'; t. ?)

Il sig. De Andreis scrive: « Scossa ondulatoria e sussultoria forte. Fu osservata essendo a tavola con lume a pendolo. Sembrava stare in altalena. Il lume ondulò dal SE al NW, ma si osservò che rimase per qualche istante inclinato verso NW (cioè rimanendo fermo per qualche istante al termine di quella sua prima oscillazione, prima di ripeterla all' indietro). Poi il pendolo riprese il suo moto per tornare alla quiete. I rami di cucina da SE si scostarono dal muro: gli opposti rimasero fermi. »

Quell' arrestarsi del lume al termine della sua oscillazione fatta da SE a NW significa per me che un nuovo urto proprio lo colpì in quel punto, sicchè la forza che l' animava alla discesa rimase per un momento distrutta.

Aquila. Ora data in t. m. di Roma 9. 7'.

Il P. Bertelli mi dette da Firenze l' ora qui indicata come se-

gnata dall' orologio del telegrafo, la quale egli seppe da un suo corrispondente. Non potei averne altra conferma.

I signori Partini e Bonanni riferiscono (De Rossi, Memoria 2°) che la scossa fu leggera e ondulatoria da W a E.

Chieti. Ora data 8. 55' t. v.
(Ora in t. m. di Roma 8. 58').

Non tengo conto di quest' ora, perchè dalla vicina stazione ferroviaria di Pescara ebbi con certezza 9 ore 5' t. m. di Roma. Il prof. Cristini che mi dava quell' ora, la confermò anche dopo la seconda circolare. Potrebbe forse sospettarsi di una piccola scossa anteriore al terremoto più generale, la quale (come si vedrà) sarebbe stata simultanea colle scosse di Ragusa.

Il medesimo professore scrive che la scossa fu debole, unica, ondulatoria per NW-SE, e durò circa 3". Aggiunge che nell' altro versante degli Appennini il terremoto fu molto sensibile, specialmente nella provincia di Aquila, e che a Capestrano sonarono le campane dell' orologio pubblico.

Rieti. Ora data 8. 58' t. v.
(Ora in t. m. di Roma 9. 6').

Il dott. Gamba mi scrisse che furono sette scosse: le tre prime leggere, le altre in grado sempre più forte. Il moto fu ondulatorio, la direzione per NW e per SW, la durata 11".

Viterbo. Ora data in t. m. di Roma fra 9. 0' e 9. 10'.

Il prof. Barbieri mi dice che non potè meglio fissare l' ora. Il prof. Ab. Medichini dette al De Rossi 9 ore 2', ma non disse di che tempo. Perciò tengo l' indicazione del Barbieri.

Il medesimo mi fè sapere che il terremoto fu in principio sussultorio e poi ondulatorio da WNW a ESE, e subito appresso in senso contrario, della durata totale di circa 6".

Poichè il Barbieri non sentì il terremoto, ma raccolse queste indicazioni da altri, io piglierò piuttosto per il quadro finale le direzioni date al De Rossi dal Medichini, che scrisse: « Il terremoto cominciò con un colpo sussultorio, che scosse le imposte delle porte e delle finestre. Seguì qualche istante di calma: poi venne

un moto ondulatorio nella direzione prossimamente da SW a NE; e sul finire qualcuno avvertì un movimento da SE a NW, cioè in una direzione normale alla prima. »

È ben singolare che la direzione NW fosse per Viterbo l'ultima, mentre per Roma e Velletri fu la prima. Se quella di SW è conseguenza e complemento di altra antecedente di NW, potrebbe supporsi che la stessa di SW fosse capace di ridestare come reazione un'onda di NW.

Pescara e paesi littorali vicini.
(Ora data 9. 5' t. m. di Roma).

Riunisco qui parecchie importanti osservazioni fatte da vari punti del nostro littorale Adriatico, e favoritemi dal sig. conte G. Orsi di Ancona. Egli mi scriveva:

« Per le notizie che mi procurai dalla Direzione delle Ferrovie Meridionali posso aggiungere che a Pescara il terremoto fu notato alla stazione a ore 9. 5', e lo sentirono a un tempo quasi identico Porto S. Giorgio, S. Benedetto, Giulianova, Torre de' Pusleri, Popoli.

Anche Ortona, Vasto, S. Salvo ebbero scossa abbastanza forte. Mi vien riferito che lunghesso la via littorale il movimento fu leggero; ma che la scossa fu sentita con intensità nei luoghi elevati dal livello del mare. »

Si vedrà che anche sulla costa del Mediteraneo il terremoto fu leggero: e fu già visto che a Terracina e a Porto d'Anzio non fu sentito affatto.

Sulle coste Adriatiche, S. Salvo e Foggia (che sono alle latitudini 42° 2' e 41° 29') sono i punti più meridionali che segnano i confini della diffusione delle onde. Di Foggia così mi scriveva il sig. Vincenzo Nigri prof. di Scienze Naturali in quel Liceo: « Per quante ricerche abbia fatte, non ho potuto scoprire che qui sia stato sentito il terremoto del 12. Debbo però dirle che la mattina del 13, essendo andato a Sansevero (lat. 41° 42' circa), sentii da un professore che la sera innanzi verso le 9 ore egli aveva avvertito una lievissima scossa. » Aggiunge che le sere del 29, 30, 31 marzo osservarono tutti una magnifica luce zodiacale. I moti si-

smici erano dunque abbastanza sensibili su quella costa a 41° 42', e affatto insensibili a 41° 29'.

Orte.

(De Rossi: *Memoria* 2ª.) Ora data 9 circa. t. ?.

Il sig. Ralli fece sapere che il terremoto fu ivi ondulatorio, forte, e diretto per SW-NE.

Ragusa. Ora data 9. 18' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 8. 56' 1/3).

Il prof. Giacomo Podielm, direttore dell' Osservatorio della Stazione Meteorologica di Ragusa, mi scrive: « Alle 9 ore 18' pom. t. m. locale il sismometro fece avvertire una scossa alquanto forte di terremoto ondulatorio da NW. Il tempo venne indicato dal cronometro regolato sul tempo medio del meridiano di Ragusa. »

La longitudine l' ebbi approssimata dal medesimo Professore in 1 ora 12' da Greenwich.

Bagnorea.

Il sig. Carlo Raffaele Gualterio fece importanti osservazioni, delle quali dovrò dire nei capitoli seguenti. Qui intanto riporterò le notizie da lui datemi sugli elementi meccanici del fenomeno.

« I nostri orologi segnavano le 9 ore e qualche minuto della sera. Il cielo era coperto da spesse nubi, e soffiava un vento impetuosissimo di Libeccio. Il mio aneroide marcava 75^{cm}, 5. La temperatura era di circa 10°. Al momento del fenomeno io era al piano superiore della mia abitazione, e non mi mossi finchè esso durò, talchè potei sentirlo tutto quanto e bene. A me parve che qui la sua durata non fosse maggiore di 15 secondi, fra i quali fuvvi certamente un istante di posa. La prima scossa mi sembrò verticale; le altre assolutamente orizzontali con lieve indizio di ondulazione, la cui direzione era dal NNE a SSW. All' indomani volli prendere notizie dei paesi circostanti. Dapertutto il terremoto erasi sentito nel distretto, e quasi tutti ne avevano valutata la durata dai 15" ai 20", con movimento prima verticale, poscia ondulatorio. »

Romba. « Io non sentii alcun rombo, certo a causa del gran

vento che allora soffiava: ma parecchi assicurano di averlo sentito. »

Forza. « Sonarono tutti i campanelli della casa, ed io avendo posta una mano sul muro della stanza, potei valutare dal movimento della parete che l'ampiezza dell'oscillazione della medesima non fosse maggiore di 8 a 10 centimetri. Le scosse ultime furono comparativamente assai più deboli delle prime. Non si ebbero danni: soltanto caddero nelle case molti calcinacci; e notai la riapertura di quasi tutte le vecchie fessure delle volte, segnatamente di quelle che erano in senso opposto alla direzione del terremoto. »

« Dall' insieme delle notizie raccolte io deduco:

1: che le scosse furono qui sentite pressochè alla stessa ora e nella stessa direzione delle altre città italiane;

2: che la loro durata e la loro intensità fu qui molto minore che a Urbino, Camerino e Fabriano. »

Teramo. Ora data 9. 9' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 9. 4' 1/6).

Il prof. Fracassa mi dette con perfetta sicurezza l'ora indicata, perchè un suo regolatore a pendolo, ben esatto, si fermò per le scosse in quel punto. In quanto agli altri elementi, dice: « Il moto da principio mi parve sussultorio, perchè io sentiva di saltellare leggermente e rapidamente colla sedia in cui posava. Questo movimento potè durare da 3 a 4 battute di polso. Crebbe quindi d' intensità, e si cambio in moto ondulatorio, che durò ben gagliardo circa 4 battute di polso. »

Nella Memoria 2ª del prof. De Rossi è citata l'osservazione del sig. Bonanni sulla direzione NNE-SSW delle scosse, dichiarate come lievi.

Romba. Un sordo rumore accompagnò il fenomeno nella sua massima gagliardia.

Forza. Sonarono i campanelli delle case, e caddero dei camini.

Acquasparta. Ora data 9 ore circa, t.?

Il prof. Bellucci di Perugia mi comunicò la seguente lettera del sig. E. Achillini di Acquasparta:

« A 9 ore circa, fortissima scossa di terremoto ondulatorio per NE-SW, durata circa 15''. Le scosse sono sembrate due: stava per cessare la prima, quando venne la seconda più forte. »

In altra lettera diretta al De Rossi dice che questo terremoto fu più forte di ogni altro, dopo quello del 1859; e che nei primi 8'' la direzione fu da E a W, negli altri 14'' o 15'' da NW a SE.

Forza. Mattoni e tegole caduti in più case.

Orvieto. Ora data 9. 3' t. v.
(Ora in t. m. di Roma 9. 4' 1/3).

Il prof. L. Chatel mi dette quest' ora come indicata dal cronometro dell' osservatorio meteorologico. « Il terremoto, egli dice, cominciò con una fortissima scossa sussultoria, che poi si confuse con numerose e fortissime scosse ondulatorie. La direzione fu NW-SE: la durata 25'', anzi più che meno.

Romba. Si parla di un forte rumore in aria.

Forza. Caddero diversi camini e sprofondarono due soffitte. L' ingegnere comunale mi assicura che più o meno tutti i fabbricati di Orvieto hanno sofferto. Grande lo spavento della popolazione. »

Spoleto. Ora data in t. m. di Roma 9. 2'.

Il prof. Ricci, che mi favorì queste notizie di Spoleto, ha fatto le più diligenti ricerche per accertar bene l' ora precisa del fenomeno. Alla stazione della ferrovia nel momento del terremoto arrivava appunto un treno. Gli scotimenti prodotti da due cagioni tanto diverse si confusero insieme, o gli uni seguitarono gli altri: pure il terremoto fu sentito molto bene e con assai spavento dalla gente della stazione e dai viaggiatori. In mezzo a un poco di confusione vi fu però un impiegato che calcolò con precisione l' istante della scossa, e assicurò il Ricci che certamente era avvenuta tra le 9 1' e le 9 3'. Così ho messo qui sopra l' ora media 9 2'.

« Un movimento leggero della terra, scrive il Ricci, annunciò qui il principio di un terremoto sussultorio, il quale incalzò sempre più per 3'' fin verso il quarto, e poi lentamente andò sce-

mando nel periodo di 2". Ma a poco a poco rinforzò di nuovo in senso ondulatorio: e nel corso di 5" in 6" giunse a terribile intensità! L' ondulatorio fu pressochè sempre per SSW-NNE. Durata totale circa 14". »

Sono pure importanti nel presente studio le seguenti notizie e considerazioni del sig. Ricci sui precedenti del terremoto e sulla estensione della zona più percossa. Egli scrive: « Si è saputo dipoi con ogni certezza che da qualche giorno innanzi, al N di Spoleto, e specialmente in quel di Campello, situato a circa 10 chilometri da questa città, si sentirono scosse, le quali debolissime, brevi e succedentisi a varie ore d' intervallo si resero così spesse, più che lunghe ed intense, nel dì 12, da poterne contare più di 10: il che però non intimorì soverchiamente quei del contado, assuefatti a sentirne delle consimili, e più o meno a lungo, quasi ogni anno. Io penso che l' azione principale della scossa possa essersi verificata secondo una linea mista, che spiegandosi con variabile intensità da SW al NE dell' Italia media, abbia più o meno seguito ed attraversato differenti diramazioni degli Appennini, passando il più probabilmente, riguardo a questo luogo, tra Spoleto e Cascia al NE; poichè lungo uno spazio centrale di tal superficie i danni avuti colla singolare rovina di qualche molino, casa e cascina colà sparsi, ivi attestano una più intensa manifestazione del terremoto. La suddetta linea avanzandosi alquanto verso il N, non ha toccato forse il suolo di Campello e di Norcia, sebbene abbia molto dappresso seguito questi luoghi, ove se il terremoto si sentì potente e lungo quanto in Spoleto, non fu proporzionevole nè ai preludi che si ebbero in quel di Campello, nè alla triste e maggiore influenza che in generale si presenta in quel di Norcia in cotale circostanza. »

Forza. « Non può descriversi lo spavento dei cittadini, quando tutto oscillava, sonava, batteva, ripercoteva con gran rumore. Caddero camini in buon numero, qualche soffitta, qualche volta e qualche muro poco saldo. Si slacciarono, si aprirono muri per case intere, lasciando larghe fessure. Molti edifizi non potrebbero ora resistere ai cimenti di nuove scosse anche non molto forti. Sicchè se i danni presenti non furono grandi, siamo però rimasti nel pericolo di maggiori e gravissimi nell' avvenire. »

Grosseto. Ora data 9. 15' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 9. 20' 1/3).

Nell' ora dev' esserci errore. Un' altro osservatore (De Rossi, Memoria 2ª) dava le 9 0' che per nessuna riduzione potrebbe convertirsi in 9 20'. Non sapendo come scegliere, non ne metto alcuna nel quadro finale.

Tanto il sig. Bongini, quanto il sig. Corsi, danno la direzione delle scosse da N a S e si accordano pure nel dire che furono debolissime.

Todi. Ora data 8. 50' t. v.
(Ora in t. m. di Roma 9. 0').

Il sig. Ippoliti dice che gli orologi di Todi, generalmente regolati colla meridiana, segnavano 8 ore 50'; e fa sapere che la direzione delle scosse fu da N a S; che furono in prima ondulatorie, poi sussultorie per qualche secondo, e infine ondulatorie, e durarono prossimamente 30".

Romba. Breve, ma sensibilissima.

Forza. Spavento indicibile: caduto un camino: acque dei pozzi trovate torbide il dì seguente. Sonò la grande campana municipale. Nella parrocchia di Colle Petrazzo vicino a Todi cadde la campana della Chiesa.

Norcia. Ora data 9. 5' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 9. 2' 1/2).

Il prof. Santoni mi scrive in quanto all' ora, che appena cessata la scossa gli orologi della città sonarono le 9 ore; ma siccome chi li regola tende sempre al ritardo di qualche minuto, egli crede di non cadere in errore asserendo che il terremoto avvenne a ore 9. 5' t. m. del luogo.

Per gli altri elementi aggiunge: « Io mi trovava al piano terreno in un vasto negozio. Alcune valigie vuote appese alla volta, e la lampada oscillarono sempre da E ad W, ed anche dopo cessata la scossa proseguirono a muoversi, almeno per altri 10", da E ad W. Alcuni hanno voluto dirmi che l' oscillazione era diretta in qualche momento da N a S. Le scosse furono soltanto ondula-

torie; in principio più affrettate, ma più leggere: e dopo una sosta di appena mezzo secondo, furono più forti, ma ad onde più larghe. In fine vi fu un' altra sosta, e poi di nuovo larghe e forti scosse. Durata da 15″ a 18″. »

Il prof. Bellucci mi favorì altra relazione nella seguente lettera a lui diretta dal prof. Colantoni: « circa le 9 ore pomeridiane sentii il terremoto che più forte di ogni altro ha scosso il nostro suolo, dopo quello del 1859. Esso fu ondulatorio, e durò per circa 25″: nei primi 8″ o 9″ la direzione fu da E a W, negli altri 14″ o 15″ da NW a SE. »

Ritengo ambedue le direzioni, trovando assai concordi i due osservatori, e noto che anche per Viterbo, a ponente di Spoleto, la direzione NW fu data per seconda.

Forza. Popolazione esterrefatta, uscita per le vie e fuori della città. Crepacce nelle case, ma leggerissime, e quasi tutte riapertura delle vecchie.

Il sig. Santoni aggiunge opportunamente un ricordo del rovinoso terremoto di Norcia del 1859. « Quantunque, egli dice, nell' agosto 1859 io non mi trovassi quì, pure ho potuto raccogliere da esatte informazioni che il terremoto di quell' epoca, il quale distrusse in grandissima parte questa città, durò circa la metà del tempo del terremoto della sera del 12 marzo: ma fu fortemente e principalmente sussultorio. In seguito le scosse proseguirono più lievi, ma si replicarono quasi quotidianamente per circa un anno, accompagnate sempre da rombi: anzi nei primi giorni che seguirono la catastrofe, i rombi sotterranei si sentirono continuamente anche nelle ore in cui la terra non tremava. »

Questo ricordo serve chiaramente a mostrare come una scossa al tutto locale (terremoto detto *periferico* dallo Stoppani) operò ben diversamente da quella del 12 marzo, considerata in qualsiasi punto della penisola.

Ascoli. Ora data 9. 3′ 1/2 t. m. di Roma.

Il prof. Tranquilli ha fatto le più diligenti ricerche col Capo dell' Ufficio telegrafico sig. Bonarelli per fissare l' ora suindicata, che realmente è probabilissima. Egli aggiunge che le scosse furono

ondulatorie per N-S, rapide e secche, e durarono secondo lui 12";
secondo altri 20". Il conte Alessandro Saladini scriveva al prof.
De Rossi che il móto fu prima sussultorio e poi ondulatorio crescente, prossimamente da NW. Nel quadro generale possiam porre
la direzione media NNW.

Romba. Una donna raccontò di aver sentito poco dopo il terremoto un tuono sotterraneo (Saladini).

Forza. Niuno ricorda di aver sentito un terremoto così forte
(Saladini).

Sorgenti termali di Acquasanta. Pregai il Prof. Tranquilli a informarsi se qualche cambiamento era avvenuto nelle acque dei celebri bagni sulfurei di Acquasanta, che sono a SW di Ascoli.
Dopo opportune ricerche, egli ha trovato che nessun cambiamento
si è potuto constatare circa il volume e la qualità apparente delle
acque minerali di Acquasanta, nei giorni che precedettero e seguirono il terremoto.

Trevi. Ora data 9. 4' t. m. di Roma.

Il prof. Ricci di Spoleto ha avuto quest' ora dalla stazione ferroviaria di Trevi.

Foligno. Ora data 9. 0' circa, t. m. di Roma.

Dal prof. Salvatori: « Il terremoto si fece qui sentire intorno
a 9 ore pom. secondo l' indicazione del mio orologio regolato sul
tempo medio di Roma. La direzione delle scosse fu da E, o più
probabilmente da NE (nel quadro prendo la media): furono due,
ondulatorie, succedentisi senza interruzione: la prima meno forte,
crescente a gradi, e poi decrescente; la seconda fortissima fin da
principio. La durata fu da 6" a 8". »

Romba. Un grande rumore si ebbe a notare per l' aria, prolungato oltre 15" o 20".

Forza. Non si ebbe nessuna rovina, all' infuori della caduta di
uno o due comignoli di camini. Il De Rossi riferisce che la scossa
fece sonare la campana dell' orologio pubblico.

Monte Fortino. Ora data 8. 59' t. v.
(Ora in t. m. di Roma 9. 5').

Il sig. Antonini scrisse: « le scosse furono prima sussultorie; quindi, senza però cessare, divennero ondulatorie, crescendo sempre d' intensità. La direzione parve da NNW a SSE. La durata fu di 16" a 20". » Dirò in altro capitolo di alcuni lampi visti da questa stazione.

Forza. Fu assai forte, ma nel paese non fece danni.

Amandola.
(De Rossi: *Memoria* 2ª).

Le prime notizie come quelle di M. Fortino.

Forza. Comignoli di camini caduti in gran numero. Parecchi muri hanno molto sofferto: qualcuno è caduto. Una campana fè sentire dei rintocchi (Antonini e Astorri).

Spello. Ora data 9. 2' ? t. m. di Roma.

Il signor Gaspari mi avea dato in principio l' ora 9 6' t. m. di Roma. Gli dimandai semplicemente se intendeva dare quell' ora in modo assoluto, o se per caso dubitasse di un' ora *più alta o più bassa.* Egli allora si rivolse al Capo Stazione della Ferrovia, il quale lo assicurò che il terremoto percosse *appena sonate* le 9 ore. Perciò le 9. 2' sarà un valore discreto dell' ora probabile. Si vedrà a suo tempo, nella discussione generale, l' importanza di questo dato congiunto ad altri.

Sul resto il Gaspari scrive: « le scosse furon prima sussultorie, quindi dopo 1" o 2" ondulatorie. La loro direzione come a Roma: la durata circa a 6". Nessun danno. »

Penna S. Giovanni. (Provincia di Macerata).

Il sig. Astorri mandava una relazione dei fenomeni da lui osservati al prof. De Rossi, e a me pure scriveva importanti notizie il 22 giugno con una sua lettera da Campofilone, provincia di Ascoli. Raccolgo qui le parti principali dei suoi rapporti.

« Ognuno qui in Penna osservò il moto prima sussultorio e poi ondulatorio. La linea del moto ondulatorio era NNE-SSW, ma

non sempre parallelo: il brutto si fu quando si vedeva torcere il movimento verso E-W. Peggiore poi fu l' impressione che cagionò a noi, quando rimarcavamo simultaneamente un altro moto inclinato parallelo allo strato di grossa pietra sopra cui è fabbricata la Penna, e piegante verso E, ove inclina il paese. Forse nessun altro come noi, che siamo così situati, poteva avvertire tutti quei moti che insieme formavano un moto solo vorticoso in seguito al sussultorio. Assolutamente io posso assicurare che vi fu questo triplice moto, prima sussultorio, poi ondulatorio e infine vorticoso. Dei due primi non v' è chi dubiti da queste parti; l' ultimo per la Penna l' accerto io con molti altri. In quanto alla direzione delle onde da NNE, o forse pure da NE, non solo fu accertata per l' osservazione diretta, ma ancora dalle oscillazioni dei lumi. Il moto per un piano un poco inclinato, io lo dichiarerei come locale, cagionato cioè dalla posizione topografica della Penna. Infatti questo paese si eleva quasi al di sopra di ogni altro nel Piceno, e sta sul punto culminante di un grosso strato di pietra calcare, il quale obliquamente s' innalza, non poco acclive, da E verso W. Ivi manca recisamente la roccia. Altri strati argillosi e arenosi giacciono al disotto quasi a volta nei fianchi. Le ondulazioni dunque come in parte secondavano la linea dello strato roccioso, così in parte ne secondavano il piano. In quanto al moto rotatorio che ebbe luogo alla fine, ognuno di noi riconobbe almeno un paio di crolli. La prima linea NE-SW piegò ad E-W, rotando in modo da far supporre un punto centrico, ove convergessero le linee non più parallele, con ancolo acuto. Io mi era ritratto in un angolo della stanza, e vidi lo spigolo opposto torcere alquanto. Gli altri segnalarono questo nuovo moto con espressioni di crescente spavento. Subito appresso era tutto finito. »

L' ultimo moto da E corrisponde certamente all' ultima serie di vibrazioni che solo in pochi luoghi furono ben distinte.

Romba. « Un boato precedè immediatamente la scossa, e fu or più or meno urlante. Io e altri quattro che stavamo insieme cenando lo sentimmo molto bene prima del terremoto: esso ognor più ingagliardiva spaventevole, sicchè tutti sospesi ci mettemmo in attenzione, e dopo poco ci colpirono i primi urti sussultorii. Si

avvertì benissimo che il muggito veniva da NNW, dalla parte cioè di S. Ginesio e di Camerino. »

Sanginesio. Ora data 9. 5' t. v.
(Ora in t. m. di Roma 9. 11' 1/3)

Sanginesio è tanto prossimo a Camerino ed ebbe così tremende scosse al pari di Camerino, che certamente l'ora non può supporsi diversa. Perciò non metto nel quadro generale l'ora qui sopraindicata. Importantissime notizie mi favoriva sul fenomeno l'egregio sindaco del paese. « La direzione delle scosse sembrò costante e prossimamente da NW a SE. Esse furono sussultorie da principio, e andarono degradando di forza sino quasi a cessare; poi si ridestarono con moto ondulatorio che fu veementissimo, massime sulla fine. La durata fu di 15" a 20" compreso rombo, riposo, agitazione.

Romba. Circa 30 minuti primi avanti il terremoto si udì dalla parte di NW come una cupa detonazione. Il cielo era sereno, ma percorso da una nube nera e densa. Altra romba precedette e accompagnò la scossa.

Forza. Un terremoto così straordinario per durata ed intensità non era mai stato a Sanginesio a memoria dei viventi. Solo qualche vecchio, più che ottuagenario, trova di poterlo paragonare con quello del 1799, in cui caddero molte fabbriche, e morirono persone.

I danni ora avvenuti sono gravissimi. Cadute molte mura di orti: crollata la cupola e aperto da un capo all'altro il volto della chiesa di S. Francesco, che è la maggiore del luogo, rispettabile per architettura e per memorie storiche: caduto qualche muro in altre chiese e in più che 70 case dentro il paese: una famiglia rimasta sotto le rovine, ma per fortuna incolume: un paesetto vicino, detto Morello (frazione di 6 o 7 fuochi), veramente atterrato e distrutto: altri danni e rovine qua e là per tutto il contado. Siamo rimasti colla impressione che il centro di questa tremenda catastrofe sia stato nella regione del paese Morello. »

Perugia. Prof. G. Bellucci.
(Ora data 9. 2' t. m. di Roma).

Di Perugia abbiamo le osservazioni del prof. G. Bellucci e del

prof. E. Dal Pozzo direttore dell' osservatorio. Premetto quella del professore Bellucci, perchè da lui ebbi un magnifico disegno delle linee tracciate sul piano di sabbia dal pendolo sismografico dell' osservatorio.

L' ora indicata 9. 2' mi venne assolutamente assicurata per due volte dal prof. Bellucci, che la ebbe dall' ufficio del telegrafo, dove il terremoto arrestò precisamente ai 2' dopo le 9 l' orologio a pendolo. E dal prof. Dal Pozzo ho saputo che l' ufficio doveva avere il tempo molto esatto, perchè l' aveva ricevuto la mattina dello stesso giorno direttamente dall' ufficio di Roma.

In quanto alla direzione delle onde, il sismografo di Perugia ha dato bellissime e significanti impronte. Ma disgraziatamente un disaccordo è nato fra i due professori sulle forme precise delle medesime, dopo che le impronte erano state cancellate.

Quindi un' ombra di dubbio parrà per alcuni (non certo per me) diminuire il valore grandissimo di siffatta osservazione. Io debbo riferire fedelmente le osservazioni e i giudizi di ambedue.

Il prof. Bellucci in una lettera del 21 marzo mi forniva la seguente illustrazione.

« Il movimento fu sul principio sussultorio ed ondulatorio, e la direzione di codeste oscillazioni orizzontali fu da N 30° W a S 30° E. A questa prima fase succedette la seconda rappresentata da semplice moto ondulatorio nella direzione N 25° E a S 25° W. E da ultimo assunse la direzione N 5° E a S 5° W compiendo in tal direzione brevi e poche oscillazioni. Le misure degli assi, prese sul piano di sabbia, sono:

Lunghezza della prima ellisse mm. 36; larghezza mm. 8. Lunghezza mm. 15; larghezza massima, mm. 5.

Lunghezza della seconda ellisse mm. 50; larghezza massima, mm. 20.

Alle 9. 5' quando visitai il sismografo, il pendolo descriveva ancora le spire della terza ellisse. »

Il disegno del prof. Bellucci merita gran fede, perchè preso sul campo e corredato in ogni sua parte di numerici valori.

Il Bellucci stesso prese le misure, l' ingegnere Ulfreduzzi fece il disegno, e di nuovo ambedue coll' ingegnere Malagola tornarono

a verificare le direzioni e le misure, prima di spianare l' arena. Per me credo che maggiori garanzie non potrebbero desiderarsi.

Di più il Bellucci aveva potuto già giudicare anche dalla semplice sensazione le tre fasi del movimento e la direzione delle onde più gagliarde. Il 21 marzo egli infatti mi scriveva: « Io stava nella grossezza di una porta, cercando in tasca una chiave, allorchè fui impressionato dalla romba e dai primi movimenti del suolo: mi appoggiai col dorso al muro, e mentre la direzione delle prime oscillazioni mi riuscì confusa, quella delle oscillazioni della seconda fase del movimento fu per me distintissima, e tale che giudicai essere stata da NNE a SSW. Io mi sentiva altalenare con una lentezza e calma particolare; ed è perciò che caratterizzai codesto movimento coll' indicazione: *oscillazioni amplissime e lente*. La direzione delle massime oscillazioni è pur confermata dalle fenditure avvenute nei muri, le quali si rinvennero appunto in quelli diretti da NNE-SSW. E si fermarono molti orologi posti in questa direzione, il che non avvenne di altri posti nella direzione di NNW-SSE. Non fu sensibile l' intervallo fra una serie di oscillazioni e l' altra. La durata dell' intera scossa, anche a giudizio di alcuni fotografi ben pratici nell' apprezzare piccoli intervalli di tempo, fu di circa 20''. La seconda serie di movimenti durò più della prima. Può stimarsi che i primi durassero 8'' e gli altri 12''. »

Romba. Fortissima, e contemporanea ai primi movimenti del suolo.

Forza. Grandissima. Si fecero molte fenditure nei muri.

Perugia. Prof. E. Dal Pozzo.
(Ora in t. m. di Roma 9. 0').

Il prof. Dal Pozzo assicura l' ora sopradetta, che egli dice avere avuta dal suo ottimo cronometro, regolato in quel giorno stesso coll' orologio del telegrafo. Io prenderò fra le due osservazioni la media 9 1', benchè l' orologio del telegrafo fermatosi alle 9 2' meritasse certamente la più gran fede. Ma intanto faccio riflettere che con vera certezza, dopo le cose dette, può ritenersi che in Perugia il terremoto ha anticipato almeno 3' sugli scotimenti più generali

della penisola italiana. È questa, io credo, una delle più importanti conclusioni che le presenti ricerche misero in chiaro, e della quale viene il principal merito ai due osservatori perugini, che io forse annoiai anche troppo per vedere se per caso potevano anche ammettere un' ora più alta.

Il prof. Dal Pozzo dice che, dopo osservata attentamente la figura data dal sismografo, dovette partire dall' Osservatorio, e *la delineò di memoria* nel suo studio (*Corriere dell' Umbria* 28 marzo). Non ho avuto io di quella figura un disegno perfetto, ma un semplice schizzo, che gentilmente il Dal Pozzo m' inviava il 7 aprile. Basta però a delinearla chiaramente anche la seguente descrizione pubblicata nel *Corriere dell' Umbria* del 13 marzo. « Il pendolo descrisse dapprima un' ampia spirale piano-ellittica coll' asse nella direzione SW-NE, e la cui eccentricità era 2/5 dell' asse stesso. Poscia segnò altra piccola spirale coll' asse normale a quello della prima con spire assai fitte e confuse; ma nel formare la prima spira della maggiore spirale, il pendolo si portò fuori di essa giunto all' estremo punto verso NW; ed ivi segnò alcuni piccoli archi irregolari; infine quando giunsi all' osservatorio il pendolo oscillava ancora da E a W. »

Nel *Corriere dell' Umbria* del 28. marzo confermava il Dal Pozzo la suddetta illustrazione scrivendo: « Si avvertirono bene i due sistemi di onde, formati dalle due pulsazioni, la grande e la minore: una venne nella linea SW-NE, e l' altra in NW-SE. »

Il prof. Dal Pozzo ha pur creduto di poter dedurre dalla figura sismografica l' origine prima dell' ondulazione. Ho tralasciato questo punto nella descrizione superiore, perchè egli più chiaramente me lo spiegò in una sua lettera dell' 1 maggio, nella quale mi dice: « L' onda nella terra venne a noi da NE, e perciò seguì la direzione NE-SW. »

Romba. Il Dal Pozzo crede di aver osservato un turbine, o vortice aereo, contemporaneo al terremoto, il cui rumore può essersi confuso colla romba del terremoto. La durata di questo turbine dice averla valutata di 13''. Egli osserva:

1°: che la natura vorticosa del terremoto si rese manifesta dal turbine aereo, che si formò immediatamente, e scosse e agitò

tutte le tegole dei tetti, cosicchè egli pensò subito a quella bufera che devastò Palazzuolo in Sicilia nello scorso ottobre.

2°: In prova dell' esistenza di quel turbine ei pone i rumori e il forte sibilare del vento, sentiti da quelli che si trovavano per le vie, e l' aprirsi delle finestre, ed il forte sbattere delle imposte delle medesime, come al passare dei cicloni: sicchè tutti pensarono a uno di quei colpi di vento di NW, che qualche volta assalgono d' improvviso Perugia e durano poco, ma rapidi e violenti portano via anche i camini. « Io, egli dice, mi trovava in istrada (Via S. Fiorenzo) e non potrei descriver bene la rapidità e l' acutezza dei suoni che provenivano da sopra i tetti delle case e dai piani superiori. »

Come ognun vede si tratterebbe qui di un fenomeno nuovo e di alta importanza, a cagione della sua contemporaneità col terremoto. Francamente dirò che per me vorrei migliori e altre prove: perchè io dubito assai che tutti quei rumori, e quel forte sibilare del vento, e quei sbattimenti delle finestre, fossero l' effetto delle minime vibrazioni che accompagnarono, o forse precedettero le onde più sensibili. L' istesso Dal Pozzo dice che il tremolio delle case durò 2 minuti primi. A me pare adunque che oltre i moti sismici più conosciuti, che importano un sensibile spostamento degli oggetti, vi fossero anche a Perugia di quei minutissimi e vibrati movimenti che qui in Urbino fecero cantare le invetriate prima che si potesse dire: *il terremoto!* Ma tutto ciò forma oggetto di una maggiore difficile questione, che io non debbo pretendere di risolvere. Non ostante dirò anche più chiaro il mio pensiero quando discorrerò della romba.

Concludendo:

I. Preziosissima è l' osservazione dell' ora, data abbastanza concordemente dai due osservatori. Dobbiamo dunque ritenere che a Perugia il terremoto cominciò prima di 9 ore 2'.

II. Per la direzione delle onde più gagliarde data
dal Dal Pozzo in . . . . SW-NE
dal Bellucci in . . . . S 25° W—N 25° E
la differenza non è troppo grande.

III. Prima di quelle onde il Dal Pozzo non ne ammette al-

tre. Il Bellucci ne ammette alcune da N 30° W. Questa prima vibrazione nel senso dell' asse della penisola la troviamo quasi per tutto, cioè nelle parti inferiori, medie e superiori d' Italia. Dopo l' osservazione positiva del Bellucci non son disposto ad ammettere sul fondamento dell' osservazione negativa del Dal Pozzo un' eccezione in Perugia rispetto a quell' onda.

IV. Perciò quel punto di partenza delle onde stabilito dal Dal Pozzo a NE vorrei riferirlo al secondo sistema di onde. Ma per l' importanza di siffatto elemento piacerebbe pure di vedere la parte di disegno che a lui suggeriva questa osservazione relativa al punto di partenza.

V. Si può non fare gran caso delle ultime tracce lasciate dal pendolo, perchè dovettero essere l' effetto di una risultante molto composta. Il prof. Bellucci mi espresse recentemente questa medesima riflessione. Importa però riflettere che ambedue gli osservatori danno l' ultimo spostamento del piano di oscillazione del pendolo dalla medesima parte, cioè

Bellucci, da N 25° E a N 5° E
Dal Pozzo, da NE a NW.

VI. L' origine dei primi moti, che fu da NW, notata bene a Roma, e, come si vedrà, specialmente a Firenze, la loro contemporaneità e il loro parallelismo con quelli di Dalmazia, mostreranno abbastanza che l' osservazione del Bellucci, la quale già si raccomanda per sè stessa, meglio ancora corrisponde all' insieme dei fatti. Perciò io la terrò per buona in tutti i miei ragionamenti, e per non far confusione la lascio sola nel mio quadro, avvertendo qui che le maggiori onde da SW (circa) sono comprovate da ambedue gli osservatori. Sarà poi facile di vedere che per la mia discussione generale bastano da sè soli anche altri dati.

Camerino. Ora data 9. 8' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 9. 5' 1/2).

Il prof. Berti dà come sicura l' ora indicata, la quale fu segnata dal cronometro del gabinetto di fisica dell' Università, che si fermò per le scosse. L' ora data nei giornali delle 9. 9' è corretta di 1' che era l' errore del cronometro, come assicurò al Berti il prof. Casali direttore del gabinetto. Il medesimo prof. Berti stampò

nell' *Opinione* che « il terremoto cominciò con moto sussultorio, e in 5'' circa compì il suo primo periodo, rimettendo notevolmente d' intensità. Si riaccese però immantinente con moto ondulatorio e con sì grande violenza, che ci credemmo tutti sul punto di andar sepolti nelle macerie; e passammo così altri 7'' od 8'', talchè la durata totale fu di 12'' a 13'' circa. » Nella lettera a me scritta aggiunge: « Il terremoto divenne sul finire sussultorio, come avea cominciato, poichè stando io solo e in un luogo aperto, avvertii che le tegole dei tetti battevano fortemente le une sulle altre; e il medesimo fu sentito in campagna dai contadini. »

In quanto alla direzione delle scosse il prof. Berti mi scrisse la nota seguente: « Fino dalla sera stessa del terremoto mi trovai subito d' accordo con questo mio collega prof. Casali nell' attribuire alle scosse la direzione SSE-NNW. Nel nostro caffè del Casino alcune bottiglie poste in fila presso un muro che corre da SSE a NNW, furono semplicemente agitate: altre allineate allo stesso modo in un armadio vicino, ma in direzione perpendicolare alla prima, furono in parte ribaltate e gettate a terra. Questa direzione è pur dimostrata dalle fenditure fattesi nei muri. Nell' osservatorio infatti non si avvertono crepolature che in un muro diretto per SSE-NNW. Nella mia abitazione le principali fenditure si veggono tuttora in quei muri che corrono nella detta direzione: e medesimamente ho scorto in altri fabbricati della città. Sicchè qui il terremoto non solo si manifestò con una direzione originaria da SSE a NNW, ma la mantenne sino all' ultimo. Le masse enormi di montagne che sono qui intorno e ci separano da altre linee, possono dar ragione di deviazioni e differenze nell' andamento delle scosse. »

Romba. La romba, scrive il Berti, io la sentii solo in fine, quando, disceso dall' osservatorio, giunsi nel giardino. Ma chi si trovava all' aperto udì la romba anche precedentemente alle scosse. Il professore Casali dice: Si udì contemporaneamente un rombo spaventoso, ma nessuno ha uditi i boati sotterranei.

Forza. Danni gravissimi dappertutto, massimamente nelle tre Chiese di S. Antonio, S. Maria in Via, S. Angelo. Anzi la chiesa di S. Antonio è rimasta così scompaginata e in parte diroccata,

che ora si sta adeguando al suolo per evitare altre rovine nelle vicine abitazioni. Non vi è quasi casa che non abbia subito delle screpolature nei muri interni, ed in cui non siano caduti i comignoli dei camini.

« Merita d' esser notato, dice il prof. Casali (De Rossi, Memoria 2ª), che alcuni vecchi, che ricordano il terremoto del 1799, asseriscono che esso fu minore per intensità e per durata che il presente. Com' è dunque che questo ha cagionato minori danni? Io credo al certo che sia stata la regolarità e, direi quasi, l' isocronismo delle scosse. » Il prof. Berti mi accennò l' istessa opinione.

In campagna i danni sono stati assai maggiori. Molte case coloniche sono cadute. La chiesa e la casa parrocchiale di S. Marco sono state del tutto diroccate. Ma, per grazia del Cielo, nessuna vittima vi è stata.

Nell' operetta del sig. Aristide Conti intitolata: *Camerino e i suoi dintorni* (Camerino, 1872) trovo le seguenti note:

Anno 821 — sulla fine di aprile — Terremoto fortissimo.

» 1279 — ultimo di aprile — Terremoto fortissimo. Sigonio narra che il castello Orbe fu sommerso con tre monti e con tre laghi.

» 1328 — sulla fine dell' anno — Terremoto fortissimo, quando rovinò Norcia, la quale fu pure atterrata nel 1703.

» 1799 — 28 luglio — Terremoto il più rovinoso, in cui caddero quasi tutti gli edifizi. Le scosse ebbero la direzione da N a S, e durarono 6''. Allora fu pure molto danneggiato anche Sanginesio.

Fermo. Ora data 9. 3'. 45'' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 8. 59').

Il Prof. Ugolini scrive: « le scosse furono in principio leggermente sussultorie, e in seguito ondulatorie; ora più ora meno forti, ad intervalli che giudicai eguali. La campana dei quarti dell' orologio della torre torse il ferro che la sosteneva nel senso NNE-SSW, ossia nel senso delle scosse ondulatorie. La durata fu di 38'', e potei determinarla con esattezza, perchè quando incomin-

ciò il fenomeno io teneva appunto l'orologio in mano per mostrare ad un amico, che voleva lasciare la conversazione, che era ancor presto. Fermo è alto sul mare 350^m, e a cagione di questa altezza gli scotimenti saranno qui forse durati di più. »

Forza. Non si ebbero guasti. Solo cadde un cornicione di una casetta mal costrutta. I campanelli colle molle situate nel piano di NNE-SSW sonarono per tutto, e si versarono liquidi da bicchieri e lumi.

Matelica. Ora data tra 9. 5' e 9. 6' in t. m. di Roma.

Il sig. conte De Sanctis mi favorì la notizia dell'ora. Nel quadro generale pongo la media 9. 5' 1/2.

Dal medesimo ho saputo che la direzione delle scosse parve da NW, che esse furono sussultorie e ondulatorie, e durarono forse più di 20".

Romba. Il rombo precursore fu assai forte.

Forza. Nessun danno grave. Caddero pochi camini.

Macerata. Ora data 8. 57' t. v.
(Ora in t. m. di Roma 9. 3').

Il prof. Giuliani, che si è dato premura di raccogliere e comunicarmi le notizie meglio accertate e più importanti, scrive: « La direzione delle scosse fu da WSW a ENE. Questo dato è stato dedotto dall'oscillazione di un lampadario sospeso. Il primo movimento fu sussultorio o succussorio, e il lampadario succitato si alzò e si abbassò due volte. Successe quindi il moto ondulatorio. La durata totale fu da 12" a 15"; però la quiete perfetta del suolo non parve ripristinarsi prima di 50" o 60". »

Romba. Fortissima. Accompagnò il terremoto.

Forza. Caddero pochi camini e qualche tegola e pietra dai tetti. Si ebbero fenditure non gravi in alcuni muri.

Civitanova. Ora data 9. 5' t. m. di Roma.

Ho appreso quest'ora da una lettera diretta al prof. Ceccarelli di Fossombrone. Le seguenti notizie mi furono comunicate dal professore F. Mici, che si trovò in Civitanova ad osservare con tutta quiete il fenomeno. « Alla romba successero scosse ondulato-

rie, poi ampie oscillazioni orizzontali in evidente direzione NW-SE all' incirca. Un istante parve il terremoto sostasse: poi ricominciò ondulatorio in direzione certo dalla prima diversa; quale precisamente non oserei affermare. Per vibrazioni degradanti quietò. La durata del fenomeno, variamente stimata, superò di certo i 10''. »

Romba. La romba, accompagnata dal vibrare dei vetri, parve convoglio immenso che giungesse.

Forza. Il martello del pubblico orologio, che pur allora aveva sonato le 9 ore, diè spessi rintocchi. Non danni, fuorchè alcuna lieve screpolatura.

Siena. Ora data 9. 3' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 9. 7' 1/2).

Non sono certissimo che il tempo dato sia proprio il medio del luogo. Dirò solo che il P. Carletti me l' indicava probabilissimo in questo senso.

Dal prof. Toscani (che però non sentì il terremoto, perchè non era in Siena, ma raccolse notizie da altri) ho saputo che il movimento fu ondulatorio; cominciò da N a S, e quindi variò facendosi quasi normale allà prima direzione, durando in tutto circa 9''.

Forza. Nessun danno e nessuna traccia ha lasciato in Siena e nelle adiacenze. Fece sonare diversi campanelli, che per scosse locali molto più violente erano rimasti muti. Perciò fu giudicato di lunga durata.

Sigillo.

Il sig. Colini mi scriveva che le scosse erano dirette verso NE.

Romba. Ben importante è la seguente osservazione del rombo precursore, fatta dal sig. Colini: « Io passeggiava allora, egli scrive, fuori del paese, e sentii ad un tratto un cupo e lontano rumore, che in tutto si assomigliava a quello che fa la locomotiva, allorchè, trovandosi di qui distante circa 4 chilometri, passa sul- l' alto viadotto che mette nella lunga galleria di Fossato. Quando l' aria è quieta, com' era quella sera, questo lontano rumore del treno noi lo sentiamo sempre molto bene: quindi io pensava che passasse allora un treno straordinario, e ne andava discorrendo con

qualche amico che era con me. Feci cinque o sei passi provando costantemente non altro che questa sensazione, la quale si faceva sempre più intensa: ed ecco a un tratto il terremoto, che scosse visibilmente i muri di una casa vicina. » Il rombo avrà certamente cominciato 5" prima del terremoto.

Fabriano. Ora data 9. 5' in t. m. di Roma.

Il prof. Morbelli, dopo lunghe premurose ricerche, ha potuto conoscere l'ora con tutta precisione da un impiegato della ferrovia il quale fu sorpreso dal terremoto nel momento che caricava l'orologio regolato sul t. m. di Roma. Anche altri danno la stessa ora: mentre in principio corse pei giornali un'ora assai diversa.

Il medesimo sig. Morbelli mi favoriva le seguenti notizie: « Le scosse furon dapprima ondulatorie, ma dopo pochi istanti cominciò un moto sussultorio e ondulatorio, e la sua intensità andò sempre crescendo. La direzione mi è parsa da SW a NE, quantunque alcuni pochi asseriscano essere stata in senso perpendicolare a questo. Potrebb'essere che fossero avvenute ondulazioni in ambedue i sensi. Ma certamente quelle dirette da SW a NE furono meglio sentite e specificate. E se ne hanno ancora molte prove. Infatti tutti gli oggetti caduti durante le scosse erano diretti verso SW. Di più i vôlti maggiormente danneggiati furono quelli disposti con l'asse in senso perpendicolare alla direzione accennata; il che io spiego pensando che una volta, massime se spaziosa, assai facilmente è soggetta a fessurarsi anche per un piccolo e passeggero spostamento dei piedritti. »

Il sig. canonico Zonghi (De Rossi, Memoria 2ª) dice che la scossa si manifestò a tre riprese; che la prima fu sussultoria, e le altre due gagliardissime, terribili, parvero semplicemente ondulatorie. Egli dà la direzione da WNW. Ho giudicato che questa fosse la prima direzione, e quella del sig. Morbelli la seconda: e così ho segnato nel quadro finale. La durata fu per Morbelli di 30", per Zonghi di 20". Metto 25" nel quadro.

Avendo io pregato il sig. ing. Morbelli a indagare da qual parte fosse venuto in Fabriano il moto terrestre più gagliardo, ebbi da lui il 25 aprile le seguenti note: « La direzione dell'onda più

forte è stata qui a Fabriano da SW a NE, quantunque, a dire il vero, a giudicare dall' impressione provata dai miei sensi, a me sembrasse il contrario. Ma a questo riguardo ho potuto osservare un numero tale di fatti così concludenti, che non mi lasciano dubbio in proposito. Ne citerò alcuni. In un armadio appoggiato al muro stavano disposti in fila ed in direzione perpendicolare all' onda parecchi bicchieri alti a piede, due dei quali si trovarono rovesciati colla bocca verso SW, senza avere smosso per niente quelli laterali contigui. Un bastone, che stava appoggiato al muro, cadde nella stessa direzione, cioè verso SW. Parimente ho trovato nel laboratorio chimico parecchi vasi e bottiglie caduti nella stessissima direzione. Di più nessun fatto che sia a mia conoscenza è accaduto, che sia in opposizione a questa mia osservazione: cosicchè io ritengo come molto probabile che qui a Fabriano l' onda principale sia venuta da SW verso NE. »

Romba. Sordo e spaventoso muggito sotterraneo.

Forza. « Lo spavento fu grandissimo nella popolazione, che si precipitò nelle vie, e molti preferirono pernottare all' aria libera, anzichè ritornare nelle loro case screpolate. Per fortuna non si ebbero a deplorare disgrazie forti, eccetto qualche ferimento. Ma i danni furono molti e rilevanti. In parecchie case crollarono i camini, e le macerie cadendo per la canna nelle abitazioni, aumentarono lo spavento di quell' istante terribile. Credo che nel solo recinto della città siano caduti una trentina di camini. Ma i danni più forti furono nelle chiese per la ragione detta di sopra.

La chiesa di santa Caterina si è dovuta chiudere, perchè il vòlto è molto pericolante. Il suo asse è perpendicolare alla direzione del terremoto.

Qui non le parlo dei danni minori, giacchè non esiste casa a Fabriano che non sia stata fessurata o screpolata in seguito a quelle violenti scosse, che qui pareva fossero nel parossismo della loro azione. Pareva proprio che la mano formidabile di un gigante con moto convulso scotesse le case dalle fondamenta. Fu un istante in cui anche coloro che conservarono il loro sangue freddo, credettero fosse giunta per Fabriano l' ultima ora. Le scosse che andavano sempre crescendo, il sordo e spaventoso muggito sotterraneo,

lo scotimento dei muri, dei vôlti, dei pavimenti, lo scricchiolare delle travi, e più di tutto il pensiero di qualche forza misteriosa, cieca, sotterranea, irresistibile, che si manifestava con tanta imponenza, produssero in tutti un' impressione tale, che le parole mancano per esprimerla. » Il sig. canonico Zonghi scrisse, che niuno dei viventi avea mai sentito in Fabriano un terremoto così forte. L' orologio comunale della Torre sonò di continuo e precipitosamente.

Cingoli. Ora data 9. 0'. 30" t. v.
(Ora in t. m. di Roma 9. 7' 1/3).

Il sig. conte Antonio Castiglioni mi procurava dal sig. C. G. Castiglioni le seguenti notizie: « La direzione delle scosse fu SE-NW. Le prime due furono ondulatorie, la terza fu ondulatoria al suo principio, nel mezzo fu sussultoria, e terminò in senso ondulatorio come nel principiare. La durata fu da 11" a 12". »

Vedremo in seguito che il terremoto di Dalmazia ha preceduto questo delle coste italiane; perciò trovo notevole una risposta che il signor Gaetano Castiglioni dava alla dimanda ultima della mia circolare relativa alla sede originaria del fenomeno, avendo egli risposto: « In quanto alla sede centrale del fenomeno, in Cingoli si crede essere stata nella Dalmazia o nelle regioni della Turchia Europea. Taluni poi opinano che possa essere stata nella profondità sottomarina dell' Adriatico. »

Romba. Una romba cupa, terribile, precedette di pochi secondi il principiare delle scosse.

Forza. Caddero 12 camini dentro la città, e furono danneggiati parecchi muri e vôlti nella città e nella campagna.

Volterra. Ora data 9. 1' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 9. 7' 1/3)

Il P. Lotti mi scrive: « Lo scotimento fu qui solamente ondulatorio. La sua direzione fu da NE a SW; la durata da 12" a 15". Questa lunga durata mi colpì più di tutto, e mi fece subito supporre che dalla parte della maremma toscana, o da quella di Firenze, la scossa doveva essere violentissima. Ma ai Lagoni e a Pomarance la scossa fu leggerissima e non avvertita da tutti, nè vi si ebbe a segnalare alcun fenomeno straordinario. Credo che in al-

tri paesi della maremma Volterrana, dove d'ordinario i terremoti son più forti che qui, nulla siasi sentito.

Forza. Debolissimo, sentito da pochi.

Città di Castello. Ora data 9. 0' - 9. 1' t. v.
(Ora in t. m. di Roma 9. 1').

L'orologio di Castello andava assai male. Il sig. Franceso Sernini-Mancini mi procurava dal prof. Santini le seguenti notizie: « Il fenomeno seguì poco dopo battute le 9 ore all'orologio del Comune, che va colla meridiana del luogo. Nei primi momenti le scosse, non molto forti, furono sussultorie, indi ondulatorie più forti assai e prolungate, da occupare circa i due terzi della durata del fenomeno. La direzione di queste riuscì presso a poco perpendicolare alla direzione del meridiano magnetico. »

Secondo il sig. Pierleoni la durata fu da 20" a 30" (De Rossi: Memoria 2ª).

Romba. Romba sempre crescente, che poteva confondersi col rumore di una corrente atmosferica (come fu in Urbino).

Forza. Tanto nella città, quanto fuori, non si ebbe a lamentare alcun grave danno. Caddero in città due soli camini. Il Pierleoni dice che sonò la campana dell'orologio pubblico.

Cantiano.

Il sig. Giordani mi fece sapere che ivi il terremoto fu ondulatorio, per NE-SW, e durò circa 12".

Romba. Rombo precursore prolungatissimo.

Forza. Molto sensibile. Caddero pochi camini in campagna.

Castelplanio. Ora data 9. 4' t. m. di Roma.

Il sig. Giacomo Angeli di Jesi mi ha favorito di far ricerche presso qualche stazione ferroviaria e telegrafica intorno all'ora che vi fu notata per l'arrivo del terremoto. A Castelplanio ebbe da ambedue gli uffici l'ora data qui sopra.

Spalatro. Ora data 9. 18' t. m. di Vienna.
(Ora in t. m. di Roma 9. 2' 1/3).

Seppi in prima del terremoto di varie città della Dalmazia e

dell' Istria da un articolo pubblicato dal prof. Ragona nel *Panaro* di Modena. Facilmente conobbi di quanta importanza sarebbe stato il poter collegare le osservazioni dalmate colle nostre, sopra tutto per farsi un criterio sull' indole di quel terremoto, che pareva tutto locale e italiano, anzichè *tellurico*. Perciò dimandai spiegazioni sulla qualità dei *tempi* dati nei giornali all' Ufficio dell' Istituto Centrale Meteorologico di Vienna, ai Professori di Fisica delle varie città e all' I. R. Accademia Militare di Fiume.

Ecco qui intanto raccolte le prime spiegazioni che mi furono favorite dal sig. Prof. Osnaghi addetto al medesimo Istituto Centrale.

Pisino	ore 9. 10′ 2/3	t. m. locale	
Pola	9. 10	t. m. locale	
Sebenico	9. 18	t. telegrafico —	medio di Vienna
Spalatro	9. 18	t. id.	id.
Trieste	9. 10	t. m. locale	
Umago	9. 10	t. m. locale	
Zara	9. 11	t. m. locale	

Vienna ha la longitudine E. da Parigi 14°. 2′. 22″, che in tempo medio vale 56′. 0″.

Quindi la differenza di longitudine con Roma è in tempo medio 15′. 38″.

Onde viene per Spalatro e Sebenico l' ora in t. m. di Roma 9. 2′ 1/3.

Il prof. Ragona riportava nel *Panaro* che a Spalatro la scossa ebbe la direzione SE-NW, durò 4″ 1/2 e fu forte.

Il dott. C. Ielinek dell' Istituto Meteorologico di Vienna mi confermò l' osservazione di Pola, e l' altra che darò in seguito di Fiume: e mi aggiunse che il terremoto fu pure sentito a 9 ore (t. ?) a Gotschee nella Carniola e a Lubiana (Leyback).

Jesi. Ora data 9. 6′ t. m. di Roma.

Il sig. Angeli ha potuto accertarsi che al momento del terremoto l' orologio della stazione ferroviaria di Jesi segnava 9 ore 6′.

Per gli altri dati il prof. Mattioni mi scrive che, per quanto potè rilevare senza strumenti, le scosse andavano da W a E, e

quasi tutte erano ondulatorie frammiste con pochissimi e debolissimi moti sussultorii. Durata non maggiore di 4''.

Forza. Hanno sonato quasi tutti i campanelli delle case e qualche campana degli orologi pubblici. Sono caduti pochi camini, forse cinque. A 4 miglia da Jesi, verso la montagna detta *La Rossa*, è caduta gran parte di un muro in una casa colonica.

Livorno. Ora data fra 9. 0' e 9. 10' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma fra 9. 8' 2/3 e 9. 18' 2/3).

Il prof. Monte ha fatto preziose osservazioni che riporto colle sue stesse parole. Solo per l' ora non potè avere certezza, perchè il terremoto fu debolissimo, e non fu sentito da quelli che potevano fissare bene il tempo. Ma sono, come si vedrà, ben importanti anche i semplici limiti sopra indicati.

Il Sismografo del prof. Monte ha dato le seguenti indicazioni, da lui descrittemi in due lettere del 19 marzo e 24 aprile.

« Il terremoto del 12 marzo fu cosa veramente da nulla per sè stesso, ma vedo nella curva del sismografo una singolarità curiosa. Rappresenti *b* la punta del sismografo a pendolo, ossia *b* sia il luogo su cui si trova la punta del sismografo, quando è in riposo. Rappresenti *a* un punto della superficie piana del licopodio. A parer mio, nella prima scossa, che dovette essere la più forte, il punto *a* è arrivato in *b*: poi è ritornato nella sua posizione primitiva. Questa, secondo il mio modo di vedere, è la prima fase del terremoto. Dopo la prima scossa forte nella direzione di WSW a ENE, succedettero in direzioni differenti altre scosse minori, le quali dettero origine alla curva ellittica della figura. E questa sarebbe la seconda fase del nostro piccolo terremoto. Il diametro (medio) della ellisse quasi circolare fu di circa 7 millimetri.

» Il terremoto fu tanto debole che io non l' ho sentito, benchè fossi allora occupato a fare l' osservazione delle ore 9.

» Le scosse furono ondulatorie e non sussultorie. Il sismografo sussultorio non indicò nessun moto (De Rossi: Memoria 2ª). Livorno dev' essere stato sull' estremo lembo della regione percossa. »

Pergola. Ora data 9. 5' t. m. di Roma.

Dal P. R. Piccinini: « La direzione delle scosse fu ben riconosciuta dalle oscillazioni di alcune lampade, che si mossero da NNE a SSW, e proseguirono a oscillare per lungo tempo. »

Romba. Tutti parlano dell' urlo o rombo sentito prima del terremoto.

Forza. Nessuno avea mai sentita una scossa così tremenda. Il Duomo, l' ospedale, il palazzo municipale hanno molto sofferto.

Fuori di Pergola, nella valle traversa percorsa dal Cinisco, varie fabbriche sono rimaste gravemente scompaginate. Il suolo di quei luoghi appartiene al terziario miocenico: vi sono infatti le arenarie da fabbrica e da selciati, i banchi di gesso e qualche straterello di lignite. Di contro a SSW di Montajuti, proprio sulle falde NE dei contrafforti del Catria, la terra di Abbondio fu molto danneggiata specialmente nella chiesa. I contadini di quel circondario dicono che credevano di restare sotto le macerie.

Cagli. Ora data 8. 55' t. v.
(Ora in t. m. di Roma 9. 4').

Dal prof. Mei ebbi le seguenti notizie: « Le scosse furono nella direzione SSW-NNE. Vari camini caddero dalla parte di NNE ed altri dalla parte di SSW. Il movimento fu da principio sussultorio, e dopo 4" o 5" si trasformò in ondulatorio: quindi, dopo una scossa più veemente ondulatoria, finì secondo alcuni in lievi scosse sussultorie. Forse fu in questa seconda fase del fenomeno che avvennero delle fenditure in molti edifizi. Quelle che si osservano nella cattedrale sono nella direzione di NNW e SSE. Un' altra fenditura nel portico del convento di S. Domenico è pure nella direzione di NNW a SSE.

La durata del fenomeno fu di 30" a 40".

Romba. Cupa e sorda, come di tuono sotterraneo, udita in campagna 7 minuti (dicono) prima della scossa.

Forza. Caddero 15 o 16 comignoli di camini. Nella cattedrale si ruppero due travi già guasti, i quali caddero poi nella mattina seguente sopra il vôlto di una navata minore. La rottura è avvenuta nel senso di SSW a NNE. È rimasta una fenditura nei cin-

que archi che sostengono il vôlto della navata maggiore, la quale ha la sua facciata rivolta a SSW. »

Ancona. Ora data 9. 2' t. m. di Roma.

In principio si dava nei giornali un' ora molto diversa, che avea suggerito false deduzioni; ma i signori De Bosis e Orsi ci rendono sicuri dell' ora qui sopra indicata.

Il prof. De Bosis mi scrive: « Il terremoto fu in principio ondulatorio, e una lampada, che era appesa in mezzo alla camera dove io mi trovava, oscillò da SW a NE. Era appena per cessare, diminuendo di forza, la prima scossa, quando ne sopravvenne una seconda più forte della prima, ma per buona sorte di minor durata, e la lampada si mise ad oscillare da NW a SE. Nel passaggio adunque dal primo al secondo movimento si ebbe un moto vorticoso; e in questa convinzione mi sono confermato, quando ho esaminato il sismografo del Liceo, che aveva lasciata una larga traccia ed incerta, con l' asse in una direzione intermedia alle due indicate. Non trovai la durata superiore a 6'' od 8''. »

Anche il Sig. Orsi dice che Ancona ebbe la prima scossa da SW-NE, e la seconda da SE-NW; e pone la durata di 12''. Nel quadro finale pongo una durata media.

Romba. Rumore aereo non grande. Chi trovavasi all' aperto ha creduto di avvertire che il terremoto sia venuto dalle regioni di ponente (De Bosis).

Forza. Non cadde alcun camino. La scossa fu appena avvertita al teatro. Fece sonare in qualche casa i campanelli, e ai due distinti moti rispose un suono più forte (Orsi).

Sant' Angelo in Vado. Ora data 8. 45' t. v.
(Ora in t. m. di Roma 8. 55').

La meridiana di Sant' Angelo non anderà molto bene.

Il prof. Antonini m' inviò la seguente descrizione del terremoto, oltre quella di un bel fenomeno fisiologico che sarà riportata più lontano.

« Io stava seduto nel mio studio in mezzo al più gran silenzio, quando sentii una scossa leggera ondulatoria. Dopo 2'' circa successe una scossa più forte, che mi parve in parte sussultoria, e

mise in movimento i vasellami del mio laboratorio. La direzione delle scosse fu da N a S, la durata circa 4''.

Forza. Il terremoto fu debole tanto qui che a Mercatello, e io non sentii nessuna romba. »

Mondavio.

Dal sig. Monti mio scolare ho saputo che ivi le scosse furono in principio ondulatorie, poi sussultorie, e in fine di nuovo ondulatorie: la direzione ENE-WSW, la durata 25'' a 30''.

Romba. Assai sensibile.

Forza. In Mondavio cadde la cima di un campanile. Fuori caddero due campanili.

Fossombrone.

Il prof. Ceccarelli mi fa sapere che le scosse furono per W-E, durarono circa 10'', ed ebbero una tregua intermedia brevissima.

Romba. Rumore sotterraneo prima della scossa.

Forza. Il terremoto fu sentito da tutti, ma fu meno violento che nei paesi circostanti. In più case sonarono i campanelli e sonò pure una pubblica campana. L' asse o ceppo di questa campana è diretto dal N al S, e quindi si sarà mossa per le scosse dirette da W a E.

Urbino. Ora data 9. 4' 1/4 t. m. di Roma.

L' ora fu segnata per il fermarsi del pendolo dell' orologio del telegrafo. La sfera restò a 9 ore 4' 1/2. Andai il giorno appresso ad esaminare quell' orologio, e avendo trovato che con piccole scosse quel pendolo non si ferma, suppongo che siasi arrestato al momento della scossa maggiore, cioè circa 15'' dopo il principio. Così è venuta l' ora che ho data.

Ho già detto al Capo II che le scosse furono ondulatorie con breve sosta intermedia, le prime per NNW-SSE, le seconde più forti, anzi orribilmente larghe e potenti, per ENE-WSW, ovvero NE-SW; e tutte insieme durarono da 30'' a 40''.

Romba. Forte nell' aria e non sotterra, come di fischiante bufera che venisse da N e da NE.

Forza. Pareva che tutto dovesse rovinare. Qui, come a Camerino e forse in molti luoghi, la regolarità delle onde, il graduato

crescere e il graduato diminuire delle medesime senza complicazione di altri moti, senza istantanei arresti o torcimenti, ci ha salvati da grandi rovine. Ognuno diceva: *quante case debbon esser cadute!* Invece non n' è caduta neppur una; e solo fu una generale decapitazione di camini, che in numero di circa 160 gettarono via i loro troppo gravi comignoli, e li gettarono con tanto impeto, che tutti i mattoni saltarono l' apertura o bocca della canna e non caddero dentro la canna, ma dalla parte opposta sul tetto. Però non v' è casa (meno quelle di una certa regione, come sarà spiegato in apposito capitolo) in cui non siano cadute piccole o grandi porzioni degli intonachi dei muri o dei soffitti, e dove non si siano slacciati dei muri o aperte fenditure, secondo la speciale direzione che i muri avevano rispetto all' andamento delle scosse maggiori. In questo Collegio Raffaello tutte le crinature o fenditure dei muri sono in quelli diretti verso NE, e sono riaperture di antichi cretti.

Fra gli altri effetti prodotti qui dal terremoto, non lascerò di dire di un largo squarcio prodotto nei due opposti finestroni del Duomo vicini alla facciata, quasichè tutta la facciata si fosse inclinata in avanti; cioè prossimamente verso ENE. Sulla cima del campanile della chiesa di S. Francesco resterà per gran tempo un sismografico e ben parlante monumento del presente terremoto in una pietra, che è uscita fuori del giro delle altre, e sporge fuori molto visibile verso ENE.

Più gravi danni si sono ora riscontrati nell' antico Palazzo dei Duchi: danni che non sono però da attribuirsi totalmente all' ultimo terremoto, ma piuttosto a difetto di costruzione e a mal fatte riparazioni. Io qui ne parlo con vivo interesse, perchè questo grande palazzo è sacro e bellissimo monumento della storia e dell' arte italiana, e perciò vorrebbe un po' meglio essere custodito, ed anzi rimesso in ogni parte in perfetto stato. L' ingegnere capo della Provincia scrisse su tal proposito la seguente nota: « Le parti del Palazzo Ducale che dalle scosse del terremoto del 12 marzo 1873 hanno più sofferto, sono quelle che guardano verso il giuoco del pallone (cioè prossimamente verso E), e quella laterale alla rampa detta delle *Stallacce.* Nella prima parte il muro esterno ha risentito lo strapiombo di forse un centimetro, oltre

quello che aveva prima; giacchè è da notare che anche prima di quel terremoto, e da tempo forse anche molto lontano, quel muro non è verticale. Nella seconda parte, cioè verso la rampa delle *Stallacce*, i muri presentano spostamenti orizzontali e verticali molto sensibili, e tali da richiedere una pronta riparazione. Ma siffatti danni non sono che per poca parte imputabili al recente terremoto. Se l'edifizio fosse stato anteriormente a quel terremoto senza lesione alcuna, non esito a dichiarare che ben poco danno ne avrebbe risentito, e le riparazioni si sarebbero limitate alla chiusura di qualche lieve fenditura con lievissima spesa; mentre per le circostanze sopra indicate l'importo dei lavori di consolidamento dell'edifizio ammonterà oggi a circa L. 23000. È però da far notare che in questa somma è compresa quella di L. 7800 per la ricostruzione del tetto sulla grande sala detta del Magnifico. »

Mi si permetta di far notare che, mentre quel palazzo, dove vengono artisti *stranieri* a copiare e a studiare, è una gloria vivente dell'arte nazionale, la sua rovina sarebbe nazionale vergogna.

Cartoceto.

Il Conte Marcolini che sentì il terremoto a Cartoceto favorì le seguenti note. « La direzione delle scosse parve da NW a SE: la durata non può calcolarsi minore di 40''. »

Forza. « Rammento ottimamente il terremoto del 23 giugno 1838, e posso asserire che se il terremoto del 12 marzo 1873 fu meno forte di quello del 1838, fu però di durata più lunga. »

« Gli altri terremoti del 23 giugno 1853 e del 30 ottobre 1870 (i più forti che io abbia sentiti dopo quello del 1838) furono di una forza assai minore dell'ultimo del 12 marzo. »

« Nel 1838 le acque di alcuni pozzi traboccarono. Di questo fenomeno fui testimonio di vista, perchè per caso trovavami poco distante dal pozzo: e prima che le acque traboccassero, formarono come una specie di tromba sulle prode del medesimo pozzo. Un fenomeno simile non è stato avvertito, che io sappia, il 12 marzo. »

Pontassieve. Ora data 9. 5' t.?

Da una lettera del P. Bertelli di Firenze ho saputo che « presso Pontassieve, a una villa del sig. G. Libri, isolata sopra

una collina assai ripida, si sentì in una camera a pian terreno una prima scossa forte, e dopo circa 1'' una scossa ondulatoria. Uno dice di aver sentito tre scosse. La principale era diretta da NW a SE. Questa direzione appartiene certo alla prima scossa indicata come forte. »

Forza. Assai. Alla vicina chiesa di S. Martino suonò una piccola campana.

Firenze (*Regio Osservatorio*). Ora data 8. 59' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 9. 3' 5/6).

Il prof. G. B. Donati annunciava: « che il terremoto fu a 8 ore 59', fu forte, diretto da SE a NW, e durò 4''. »

Firenze (*Osservatorio Ximeniano*).
(Ora data come sopra).

Il P. F. Cecchi aveva in principio annunciata l'ora 8. 58', data pure dall' ing. Guido Vimercati nel *Bullet. de l'Associat. Scientif. de France*. Poi la corresse come sopra. Così, sembrandomi che questi osservatori pensassero per avventura a un' ora un poco inferiore, sono stato rigoroso nel segnare anche la frazione senza mutarla in un intero.

Il Cecchi mi scrive: « Le prime tre scosse sono state molto leggere, e hanno durato circa 2'', 5: le altre tre sono state molto più forti e hanno durato circa 3''. Il piccolo sismometro dell' Osservatorio ha tracciato un' ellisse, della quale l' asse maggiore era diretto da NNE a SSW, e aveva una lunghezza di 25 millimetri: l' asse minore era di 16^{mm}. Il movimento è stato non solamente ondulatorio, ma ancora rotatorio e vorticoso, ed anche sussultorio. »

Firenze (*Osservatorio alla Querce*). Ora data 8 58' t. m. di Firenze.
(Ora in t. m. di Roma 9. 2' 5/6).

Il P. T. Bertelli osservò sull' istante l' ora suddetta in un buon orologio.

Dall' esame che egli fece de' suoi ormai celebri apparecchi sismografici risultano le seguenti delicate e felici osservazioni:

« La prima e più forte scossa fu da NW a SE: la seconda da NE a SW in un tempo minore di quello della rotazione del

pendolo prodotta dal moto rotatorio che probabilmente accompagnò la prima scossa. Il moto era evidentemente ondulatorio, sussultorio e rotatorio, come indicarono i miei strumenti. »

Tutto ciò egli meglio chiariva così in altra nota (*Armonia* del 9 aprile).

I. Il moto qui fu prima sussultorio, poi ondulatorio insieme e rotatorio ellittico, coll' asse maggiore diretto da NW a SE.

II. Il punto di partenza della prima scossa fu il NW: ma prima che il pendolo avesse compito la sua prima oscillazione ellittica, cioè in un tempo un po' minore di 2″, sopravvenne probabilmente un' altra scossa, ma un po' minore della prima, e diretta da SW a NE, col punto di partenza da SW.

Il De Rossi suppone invece una inclinazione della crosta terrestre da NE a SW.

III. In fine probabilmente vi fu pure una terza debolissima scossa da N a S.

Attribuisco la durata di 2″ al primo tentennamento, di 3″ alle ultime scosse.

Queste tre fasi sono visibili nella curva sismografica data dal Bertelli..

Da otto indici che sono in un suo apparato che egli chiama *Isosismometro* ebbe i seguenti valori delle componenti orizzontali dei movimenti:

NW	8 mm.	somma	15 mm.
SE	7 »		
N	7 »	»	12 1/4 »
S	5 1/4 »		
E	5 1/4 »	»	11 1/2 »
W	6 1/4 »		
NE	3 »	»	9 ».
SW	6 »		

A capire il vero significato di questi valori basta sapere che nell' apparato del Bertelli vi sono tanti indici disposti secondo la rosa dei venti: e quando da una parte della terra viene verso l' apparecchio un impulso, allora, secondo che egli descrisse, si sposta più innanzi l' indice che è da quella parte, e poi si sposta

in fuori anche l' indice che è diametralmente opposto, ma questo si sposta meno del primo. Così dai semplici numeri riportati di sopra, non solo, egli dice, si ricavano i valori relativi delle ampiezze delle varie onde, ma ancora la più importante notizia dei punti di partenza e di arrivo delle onde medesime.

Nell' apparecchio del Bertelli vi è un altro delicato congegno, pel quale una pallina o perletta che stava sotto la punta del pendolo, dopo essere venuta da parte e fuori pel moto della terra, al suo tornare indietro s' imbatte nella punta stessa che subito un pochetto si abbassò, e saltà giù dal suo piccolo piano, cadendo all' indietro della seconda oscillazione terrestre: così dalla parte dove ella si trova caduta e giacente, là sarà andata la terra sul suo primo moto, e l' impulso che la mosse sarà venuto dalla parte contraria. Il Bertelli trovò la perletta caduta e giacente a SE: e concluse che *l' impulso primo della terra venne da NW*. Si noti bene che per gl' indici di spostamento, ai quali si riferiscono le misure date, si deve seguire una interpretazione contraria a questa che riguarda il moto della perletta: e perciò il maggiore spostamento dell' indice di NW concorda colla presente più decisiva osservazione.

Romba. Dice il Bertelli che per Firenze e suoi dintorni l' intensità della romba parve proporzionata alla violenza delle scosse. « Il terremoto fu forte e con molto rombo nella collina che da Firenze va al monte Morello, cioè alla riva destra del Mugnone, e sull' istesso monte Morello. Invece in entrambi i versanti della montagna di Fiesole nessun rombo vi fu: e debole e avvertito da pochi fu il terremoto. »

Forza. Il Sig. G. Vimercati dice che da più di 30 anni non aveva sentito in Firenze un terremoto così forte. Ma può dirsi che passò senza far danni. Solo caddero due soffitte nel quartiere del Carmine, e qualche torretta di camino presso la porta S. Niccolò. Secondo il Bertelli, nella vallata dell' Arno presso Firenze il terremoto è stato più forte alla riva sinistra che alla destra.

In Toscana l' ondulazione giunse estremamente indebolita a Grosseto e a Massa Marittima. Non fu sentita a Follonica, nè passò il mare verso l' Elba.

Firenze (Uffici Telegrafici).

Il P. T. Bertelli mi assicura che agli uffici telegrafici gl' impiegati notarono l' ora del terremoto in 9 ore 4'. Riporto anche questo dato nel quadro, senza però dubitare delle ore date dalle tre Specole fiorentine.

Le direzioni delle scosse le segno una volta sola nella linea — Bertelli —, perchè quelle date dagli altri coincidono coll' una o coll' altra delle direzioni da lui date.

Sebenico. Ora data 9. 18' t. m. di Vienna.
(Ora in t. m. di Roma 9. 2' 1/2).

Vedi l' articolo sulle osservazioni di Spalatro.

La direzione della scossa fu per SE-NW. La durata fu 4'' 1/2, e la scossa fu forte.

Pennabilli.

Dal sig. Mattei seppi che le scosse furono forti per E-W, e durarono quasi 60'', compreso il tremolio precedente e susseguente.

Fano. Ora data 9. 3' circa t. m. di Roma.

Il prof. Avoni mi fece sapere, oltre l' ora, che le scosse furono forti e prossimamente per NE-SW.

S. Marino. Ora data 8. 55' t. v.
(Ora in t. m. di Roma 9. 5').

Il comm. Malpeli rispondendo alla mia circolare scriveva: « Si sentì in alcuni punti della città il terremoto, che cominciò con un colpo sussultorio: e dopo uno o due secondi seguirono movimenti ondulatorii da S a N, con un angolo di pochi gradi verso W. Il fenomeno durò 6''.

Romba. Una sola persona che si trovava in un palazzo a vaste camere dice di aver sentito un poco di rombo.

Forza. Debole. Nessun camino è caduto. Vi faccio notare che nella città di San Marino il terremoto è in generale poco sentito, forse per la speciale formazione geologica del nostro monte. Nel

Borgo però, che giace appiè del monte, il fenomeno suol essere più intenso. »

Rimini. Ora data 9. 5' t. m. di Roma.

Il sig. Direttore di quell' ufficio meteorologico ha favorito di darmi l' ora precisa qui sopra indicata. Pei giornali si dava in principio l' ora assai più bassa 9 ore 0'.

Dal P. Bertelli, che ricevette dirette notizie, ho saputo che le scosse furono ondulatorie in due riprese con brevissima tregua intermedia, e la loro direzione fu da W a E.

Savignano. Ora data 9. 4' 1/2 t. m. di Roma.

L' ingegnere Fellini mi comunicò quest' ora che fu segnata dall' impiegato di quell' ufficio telegrafico, e mi aggiunse che un pendolo sospeso al soffitto in casa sua, lungo un metro, faceva delle oscillazioni di 25 centimetri nel senso N-S: ma le scosse più sensibili furono per E-W.

Ritengo che quelle oscillazioni per N-S manifestino la successione delle due serie di onde da NW e da SW.

Non metto nel quadro generale la prima serie, perchè non osservata direttamente: l' andamento E-W lo metto come proprio della seconda serie.

Di alcune belle osservazioni elettriche fatte alla stazione telegrafica di Savignano sarà detto a suo luogo.

Zara. Ora data 9. 11' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 9. 0').

Le spiegazioni sull' ora sono date all' articolo *Spalatro*. Il prof. Ragona pubblicò nel *Panaro* che la scossa fu debole, per SE-NW e durò 3''.

Il P. Denza seppe dal prof. di fisica del seminario di Zara che « Il terremoto percosse in due istanti successivi con un intervallo di circa 3''. La seconda scossa fu più decisamente ondulatoria che la prima, e fè cigolare le porte e agitò con moto convulsivo i mobili. »

In quanto all' ora, il detto Professore scriveva: « Il movimento

che ha scosso la penisola Italiana si estendeva a tutto questo littorale della Dalmazia e contemporaneamente, cioè a 9 ore 8' circa della sera. » È da credere che anche quest' ora sia in t. m. locale, e perciò corrisponderebbe a 8 ore 57' t. m. di Roma. Ma non essendo io certo della qualità del tempo, non la metto nel quadro.

Porretta. Ora data 9. 5' t. m. di Roma.

Quest' ora mi vien data dal P. Bertelli come segnata agli uffici telegrafici di Porretta e altri luoghi vicini. Là il terremoto fu debole (De Rossi: memoria 2ª). La mattina dopo si notò che l' acqua nel pozzo della farmacia era calata di mezzo metro.

Forlì.

Feci qualche ricerca col sig. Merlini per ben fissare l' ora anche in questa stazione: ma non ci siamo riusciti. Egli mi scrisse che le scosse furono per ESE-WNW, sempre ondulatorie, con tregua intermedia.

Genova. Ora data 9. 15' t. m. di Roma.

Il prof. Garibaldi mi scrisse: « La scossa di terremoto fu appena avvertita da noi, e saremmo rimasti dubbi sulla sua realtà senza le notizie del di fuori. Molti però affermano di averlo sentito, e tutti senza eccezione si accordano nel tempo, 9 ore 15' circa della sera del 12. » In seguito mi fece sapere che quell' ora era in t. m. di Roma. « Tutti pure si accordano nel numero delle scosse che furono due con probabile direzione SW-NE. »

Bologna. Ora data 9. 6' 1/2 t. m. di Roma.

Il prof. Palagi mi ha assicurata l' ora delle 9. 6'. 35"; e mi dice che le scosse furono deboli, sussultorie, per E-W, e durarono 3".

Romba. Sentita da qualcuno.

Modena. Ora data 9. 7' t. m. di Roma.

Il prof. Ragona mi dette quest' ora. Nel *Panaro* egli annunciava: « Furono due scosse di terremoto ondulatorio a pochi secondi d' intervallo, nella direzione di SE a NW. »

Forza. Fu sensibile all' altezza dell' Osservatorio, ma non si sentì nei luoghi più bassi della città.

Pola. Ora data 9. 10' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 9. 4' 1/2).

Ho già indicato all' articolo — *Spalatro* — le spiegazioni avute sul *tempo* dall' Istituto centrale meteorologico di Vienna. Qui ho il piacere di riferire, che, avendo chiesto contemporaneamente spiegazioni anche a Pola, ebbi prontamente identiche dichiarazioni dal signor Direttore dell' I. R. Istituto Idrografico della Marina da Guerra residente in quella città; fui cioè assicurato che l' ora 9. 10' data dai giornali era in t. m. del luogo. L' istesso capo dell' istituto mi accennò che il terremoto fu ondulatorio, diretto da SE verso NW, e durò 3" o 4". Il prof. Ragona riferiva già che in Pola il terremoto fu debole.

Alessandria.

L' ora manca, perchè niun osservatore sentì il terremoto. Il prof. can. Parnisetti mi scrisse: « Il terremoto della sera del 12 non è stato sentito da alcuno in questa città e in tutti i luoghi adiacenti. Io solo mi accorsi dell' avvenuto fenomeno la mattina del giorno 13 a 6 ore. Il pendolo sismometrico, che dal 1857 ho stabilito in quest' Osservatorio, segnava a quell' ora uno spostamento massimo di circa 2^{mm} in direzione N-S, conservando ancora una brevissima oscillazione minore di mezzo millimetro. »

Moncalieri. Ora data 9. 9' t. m. di Roma.

Quest' ora fu segnata all' ufficio telegrafico, secondo che m' avvisava il P. Bertelli. All' Osservatorio poterono solamente assicurarsi che la scossa, che fu debolissima, avvenne fra 8 ore 45' e 9 ore 0' t. m. locale, ossia fra 9 ore 4' e 9 ore 19' t. m. di Roma.

Così mi indicava il P. Denza, il quale notò nel sismografo la oscillazione avvennta per NNE a SSW.

Mantova. Ora data 9. 4' t. m. di Roma.

Il sig. Agostini notava quest'ora, e l'andamento ondulatorio per N-S.

Pisino. Ora data 9. 10' 2/3 t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 9. 4' 5/6).

Per la riduzione dell'ora si veda la nota scritta per Spalatro. Il prof. di Fisica di Pisino mi scrisse l'ora 9. 2', *tempo dell' orologio del luogo.* Se ciò, com'è probabile, significa *tempo vero,* esso vale in t. m. di Roma 9 ore 6' 12'': cioè la differenza con l'ora data qui sopra sarebbe poco più di 1'. Perciò non ho creduto di far mutazione. Il prof. Ragona riferì che la scossa fu forte.

Lodi. Ora data 9. 3' ? t. m. di Roma.

Il prof. Belli mi dà quest'ora come incerta. Il medesimo in una lettera al prof. G. V. Schiaparelli scriveva: « Una lucerna a gas fissa nella volta mediante un'asta di ferro della lunghezza di più di due metri, da me particolarmente esaminata subito dopo la scossa, oscillava in un piano che corrispondeva alla direzione NNW-SSE. Mezz'ora più tardi trovai che due pendoli, formati con palle di piombo appese a fili della lunghezza di metri 0,75, oscillavano da NNE a SSW. La scossa fu piuttosto forte. »

Segno nel quadro finale la direzione prima, perchè osservata immediatamente.

Fiume. Ora data 9. 12' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 9. 4')

Il sig. Stahlberger, direttore dell'Osservatorio della I. R. Accademia Militare di Fiume, favoriva d'indicarmi con esattezza l'ora qui sopra scritta, e aggiungeva: « Il fenomeno fu solamente osservato da persone che si trovavano in case di meno forte costruzione. Io stesso non l'ho sentito. La scossa pervenne prossimamente da Levante: fu piuttosto ondulatoria, e durò circa 7''.

Romba. Debole rumore sotterraneo accompagnò la scossa.

Forza. Da più persone fu notato uno strepito delle finestre, un

tintinnio dei campanelli delle case, ed in qualche luogo un aprirsi spontaneo delle porte. »

Padova. Ora data 9. 4' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 9. 6' 1/3)

Dal R. Osservatorio mi viene confermato quanto era pubblicato nel Giornale di Padova del 13 marzo, cioè: « il terremoto fu prima sussultorio, poi lievemente ondulatorio, e durò da 3" a 4". »

Umago. Ora data 9. 10' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 9. 5' 2/3).

Dell' esattezza dell' ora si è già detto nel riferire l' osservazione di Spalatro. Il prof. Ragona stampava nel *Panaro* che la scossa fu forte.

Venezia. Ora data 9. 7' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 9. 7' 1/2).

Il prof. Meneguzzi dà con certezza il tempo sopra indicato, e aggiunge: « La prima scossa fu sussultoria e diretta per NW-SE: la seconda fu ondulatoria da N a S. Siccome gli oggetti appesi rotavano intorno all' asse di sospensione, sembra che le scosse avessero la tendenza al vortice. La prima scossa durò pochi istanti: la seconda fu più lunga; in tutto non più di 25". Non si notò nessun danno. »

Milano.

L' ora non fu segnata, perchè il terremoto fu debolissimo e non avvertito dagli osservatori.

Il prof. G. V. Schiaparelli pubblicò le seguenti indicazioni fornite dagli strumenti dell' Osservatorio.

« All' Osservatorio di Milano l' avvenimento fu annunciato da una lunga traccia del sismografo a pendolo, secondo la quale la direzione principale della scossa sarebbe stata da SE a NW, o forse da ESE a WNW.

» I magnetometri che a 8 ore erano tranquillissimi, a 10 ore furono trovati in uno stato di agitazione violenta, sebbene la loro direzione media non indicasse assolutamente alcuna mutazione straordinaria nel magnetismo terrestre. Ne concludemmo che nell' inter-

vallo avevano dovuto ricevere una forte scossa puramente meccanica, della quale poi il sismografo indicò la vera natura. Sembra che Milano si sia trovata agli estremi limiti dell' area occupata dal terremoto. »

Trieste. Ora data 9. 10' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma 9. 4' 2/3).

Vedi per l'ora le spiegazioni date all' articolo *Spalatro*.

Nella nota del prof. Ragona è detto che il terremoto fu forte.

Aosta. Ora data fra le 8. 45' e le 8. 50' t. m. locale.
(Ora in t. m. di Roma fra le 9. 5' 1/2 e le 9. 10' 1/2).

Dal prof. Volante ebbi l' ora approssimata qui sopra espressa, e la seguente nota: « Io m' accorsi che era venuto il terremoto solamente a 8 ore 55' t. m. locale, quando andai a fare la solita osservazione ai magneti. Il declinometro nelle sue oscillazioni orizzontali percorreva la scala a salti, e negli stessi salti si osservava una certa irregolarità: il che, per esperienza già fatta in altre circostanze, mi accusava in esso un movimento ellittico.

Da ciò credo poter dedurre esservi qui stata più d' una scossa, e non nella stessa direzione. La direzione principale, o la risultante di varie direzioni, la assegno da NW a SE. La scossa fu puramente ondulatoria, giacchè se vi fosse stata qualche scossa in senso verticale, il declinometro l' avrebbe accusata con un tremolio, che non manca mai di avvenire per causa analoga, come ho potuto più volte assicurarmene.

Forza. Se non fossero stati i moti sopradetti, niuno in Aosta avrebbe neppure sospettato del terremoto. »

Varallo. Ora data 9. 5' circa t. m. di Roma.

Il prof. Calderini nel darmi quest' ora approssimativa dice che la scossa fu debolissima, avvertita da pochi.

Lugano.

Prima scossa, ora data 8. 45' circa, t. m. di Berna.
(Ora in t. m. di Roma 9. 5' circa).
Seconda scossa, ora data 8. 50' circa, t. m. di Berna.
(Ora in t. m. di Roma 9. 10' circa).

Ecco la notizia intera del Direttore di quell' Osservatorio, che mi dava la differenza del suo tempo con quello di Roma in 20'. 4". « L' ora data è approssimata, perchè non avvertii io stesso direttamente il fenomeno, trovandomi in istrada. Arrivato in casa alle 9 ore ebbi notizia del terremoto avvenuto un quarto d' ora prima, e che sembrò oscillatorio. Si riprodusse dopo 5' dalla prima scossa, ma molto più leggero. All' Osservatorio fu notato per isbaglio 8 ore 30', da correggersi in 8 ore 45 minuti circa. »

Udine. Ora data 9. 5' t. m. di Roma.

L' ora mi fu data dal direttore di quell' Osservatorio professor Clodig.

Belluno. Ora data 9. 7' t. v.
(Ora in t. m. di Roma 9. 8').

Il tempo mi fu dato dal sig. De Fulcis del quale trovo una breve relazione nella 2ª Memoria del prof. De Rossi, dove è detto che la scossa fu ondulatoria e lunga, e fece sbattere i termografi dell' Osservatorio e scricchiolare il pavimento.

Grubhof nel Salisburghese. Ora data 9. 15' t. v.
(Ora in t. m. di Roma. 9. 22' 1/2).

La seguente notizia è tratta dal Giornale *Meteor. Zeitschrift,* redatto a Vienna dai signori C. Jelinek e I. Hann.

Per determinare il tempo io mi rivolsi alla gentil Relatrice del fenomeno, che fu la sig. contessa Luisa Almasy, e al sig. Jelinek di Vienna. Quest' ultimo prese notizia dello stato degli orologi di Salisburgo e m' informò che tre di essi confrontati con quello della stazione della ferrovia davano le differenze + 5', — 7', + 2'. Il tempo della stazione è tempo di Praga, perciò t. m. di Salisburgo = t. m. di Praga — 5' 7".

La sig. contessa L. Almasy, di ritorno da un suo viaggio, mi

rispose il 28 giugno da Marienbad in Boemia: « L' ora delle 9. 1/4, in cui sentii il terremoto, era segnata dall' orologio della chiesa del villaggio, il quale orologio è regolato col sole. » Dobbiamo dunque ritenere che l' ora data sia in tempo vero, e, attesa la posizione di Grubhof, può dirsi in t. v. di Salisburgo: e giova sperare che in quel villaggio si consulti abbastanza la meridiana. Così l' ora data delle 9. 15' corrisponde a 9 ore 25' t. m. di Salisburgo.

Ora Salisburgo ha prossimamente la longitudine 10°. 42', e la differenza in t. m. con Roma 2'. 20" E. Così l' ora data dalla signora Almasy risponderebbe a 9 ore 22' 1/2 t. m. di Roma. Quest' ora sarebbe adunque troppo alta per poter dire che l' onda notata a Salisburgo fosse continuazione di quelle giunte alle parti superiori d' Italia.

Ecco ora la descrizione di quel piccolo terremoto data dalla detta Signora: « Un sordo rumore, simile ad un tuono, che veniva dalla direzione di SW, fecesi sentire ben distintamente; e appena scorso 1" venne una scossa di terremoto ondulatorio e come dondolante, che in 4" o 5" si ripetè due volre. Io stava seduta intenta a un ricamo, e provai una sensazione simile a un giramento di testa. La mia cameriera che mi stava appresso sentì come vacillare il terreno sotto i suoi piedi. I quadri appesi alla parete si scossero e ondeggiarono. »

V. — *Quadro delle ore e dei principali elementi dinamici del fenomeno.*

Riunisco ora in un sol quadro tutti gli elementi ben accertati e corretti, che furono oggetto di riduzioni e di attenta disamina nel capitolo precedente, collocandoli appresso alle varie stazioni, disposte per ordine di latitudine crescente.

Le ore qui scritte son tutte ridotte al t. m. di Roma, e così riesce facile di sorprendere il successivo propagarsi delle scosse per una via o per un' altra. Mi son fatto un dovere di conservare nei valori di certe ore anche le piccole frazioni. Certamente non saranno esse per ciò perfettamente giuste e rigorose: ma l' errore probabile sarà senza dubbio sempre minore. Da ciò si arguisca almeno quanto studio ho messo nel ben sincerare questo elemento.

Dio faccia che non vengano più grossi terremoti: ma se verranno, credo che gli osservatori, persuasi più che mai dal presente saggio della somma importanza di ben fissare il minuto preciso della manifestazione del fenomeno, vorranno subito darsi le più grandi premure per conoscere l' equazione dei loro orologi, o confrontandoli alla meridiana, o agli orologi degli Uffici de' telegrafi, o meglio ancora a quelli delle Stazioni delle ferrovie.

Per semplicità di scrittura non indico le direzioni delle scosse con la doppia indicazione di due punti dell' orizzonte diametralmente opposti, ma con una sola, che serve egualmente. Con ciò non intendo di assegnare il punto di partenza della scossa, ma solo una linea, cioè la sua linea di propagazione, senza dire per qual verso si avanzasse in questa linea. Qualcuno vedendo questo modo di scrittura in una Nota che presentai all' Istituto Lombardo il 15 maggio, notò che veniva così a tacersi un punto di somma importanza, quale è l' indicazione della provenienza delle scosse. Prego di considerare che questo punto è oltremodo difficile a stabilirsi, o perchè generalmente non vi si mette speciale attenzione, o perchè realmente non s' intende di esprimerlo quando si dà la direzione delle scosse, o perchè più spesso già le scosse sono cominciate da qualche secondo quando si comincia a farne l' osservazione.

Per dare una prova del poco conto che dee farsi della deduzione del principio del movimento fondata sul modo con che viene indicata la sua direzione, faccio qui sapere come per luoghi molto vicini avrei dovuto ammettere dei punti di partenza fra loro opposti. Infatti per le seguenti stazioni mi furono date le direzioni delle scosse come appresso.

Anagni	da SE a NW
Roma	da NW a SE
Viterbo	da SE a NW
Orvieto	da NW a SE
Firenze	da SE a NW
»	da NW a SE
Modena	da SE a NW
Pola	da SE a NW
Venezia	da NW a SE

È ben visibile l'opposizione di questi dati in ordine alla sede del primo focolare delle scosse: sicchè, volendone tenere giusto conto, bisognerebbe ammettere un gran numero di fuochi separati e indipendenti, che poi sarebbero in opposizione coll' andamento progressivo delle onde rivelato dalla successione dei tempi.

Volendo adunque non introdurre incerti e fallaci elementi, che recherebbero per lo meno dannosa confusione e toglierebbero troppo valore ai pochissimi che pur si riesce talvolta a stabilire sul punto di provenienza delle onde, giova meglio, come ho fatto io, di contentarsi di segnare la linea di scotimento pura e semplice: il che si fa bene, dandone un punto solo che basta a determinare tutto un diametro dell' orizzonte. Siffatta avvertenza sarà forse utile per il più gran numero di casi: e il fatto qui sopra riportato parla chiaro da sè.

Quindi, se alcuno vuol ricavare dal mio quadro la direzione delle scosse espressa da due punti diametralmente opposti dell' orizzonte, non dovrà dire per esempio da NW a SE, ma bensì per NW-SE.

A conferma di tutto ciò, dirò fin d'ora che solo per quattro stazioni ho potuto formare con piena certezza un giudizio ben fondato della provenienza delle scosse: sicchè veramente per questo riguardo siamo ancora troppo indietro nei modi di osservare, e bisognerà porvi un rimedio, che in seguito io stesso mi proverò di favorire, proponendo un nuovo sismografo molto semplice, e, quel che più importa per noi, poco dispendioso.

Nel quadro generale pongo un grosso punto alle direzioni che segnano pure con certezza la provenienza, e qui spiegando il senso di quel segno, dirò che la scossa

a Roma		provenne	da NW	e passò	a SE
a Civitavecchia		»	» »	»	»
a Livorno		»	» WSW	»	ENE
a Firenze	1ª serie di sc.	»	» NW	»	SE
	2ª serie »	»	» SW	»	NE

In qualche luogo furono avvertite, o per la sensazione diretta o per mezzo dei sismografi, due o tre direzioni diverse, e ho formata una colonna da sè, che è l'ultima, delle direzioni uniche date

da molti osservatori. Le ragioni perchè ho posto questo elemento ora in una colonna, ora in un' altra, attribuendolo così ora alle prime, ora alle seconde o terze scosse, si trovano nei documenti raccolti al capitolo precedente. Ma potrei bene in qualche caso essermi ingannato. Quindi è che chi vorrà studiare su questo quadro, io lo prego a non voler dare un valore assoluto alla distribuzione che ho fatta.

Ecco dunque senz' altre spiegazioni (sembrandomi sufficiente il già detto) la serie delle ore e degli elementi dinamici del fatto, quali ho potuto stabilire in cinque mesi di paziente lavoro, e quali offro alla considerazione dei dotti e agli annali della scienza sismologica, come frutto principale del mio studio.

Non si riporta qui il Quadro Generale che è la ripetizione di quello già dato a pag. 16-19 del presente volume.

VI. — *Esame delle direzioni delle scosse.*

Facendo un poco di studio sulle direzioni dei moti raccolte e ordinate nel capo precedente, facilmente si veggono apparire e assai bene pronunziarsi alcuni fatti primari, che ora passo a dichiarare.

1. Dalla latitudine di Velletri fino alla latitudine di Firenze s' incontrano via via delle stazioni, dove vennero notate con certezza due direzioni molto diverse delle scosse. Invece al disopra della latitudine di Firenze non comparisce più che una direzione sola. Ora non può supporsi che le due direzioni comparissero a sbalzi qua e là senza farsi sentire anche a tanti luoghi intermedi, che pur nel quadro generale ne presentano una sola. E già dal vedere che in questi ora l' una ora l' altra di quelle due, e non sempre una stessa direzione fu notata, ben s' arguisce che tutte due realmente dovettero aver luogo per quella zona lunghissima; e dove ambedue non furono notate, facilmente penseremo che gli osservatori, senza troppo scrutinare e senza fare speciali ricerche con siffatto intento, siano rimasti naturalmente paghi a segnare soltanto la direzione della prima scossa, ovvero quella della più forte. Insomma l' osservazione positiva degli uni distrugge il valore che po-

teva avere l'osservazione negativa degli altri, quando fosse stata sola. Sicchè possiamo subito porre con ottimo fondamento questa maggiore e più generale conclusione: *Tutte le stazioni di una lunga zona distesa da Velletri a Firenze ebbero due terremoti successivi e distinti, di origini apparentemente diverse.*

Questa proposizione è confermata pure dal fatto che un intervallo di sensibile diminuzione o di tregua si notò fra le due serie di scosse in circa venti stazioni per l' Italia Centrale. Se in molti luoghi la prima scossa ebbe un seguito più lungo, tanto che si congiunse con l' altra senza dar tregua in mezzo, ciò dev' esser venuto da una certa maggiore mobilità e, quasi direi, sensibilità dei terreni o delle fabbriche, che serbavano ancora il moto concepito, quando sopravvenne la seconda furia di ondate: perchè, se questa seconda schiera di moti fosse stata in realtà congiunta alla prima, in nessun luogo avrebbe concesso quel poco di riposo. Adunque un intervallo tra gli urti diretti dovette esser realmente quasi da per tutto, solo riempito in qualche luogo dai residui dei moti concepiti innanzi: e il fatto di questo intervallo fa perciò ben distinguere i due successivi terremoti che io diceva.

2. Le due direzioni delle scosse nelle stazioni distese da Velletri a Firenze si dividono come appresso. Si attenda bene che prendo dal quadro anche le direzioni uniche, quando ho potuto assegnare ad esse un posto nelle colonne prime.

Direzione		Numero	Totale
N	a S	3	
NNW	a SSE	2	17
NW	a SE	13	
WNW	a ESE	2	
W	a E	5	
WSW	a ENE	4	16
SW	a NE	9	
SSW	a NNE	3	

È quindi visibile che i due terremoti di sopra indicati avvennero con direzioni tra loro incrociate e sensibilmente perpendicolari, cioè uno per NW-SE, che è la posizione dell' asse della penisola nostra, e l' altro per SW-NE, che è una direzione prossimamente perpencolare ai due lidi, o alle maggiori catene appenniniche.

3. Quindi viene che dove non furono segnalate due direzioni diverse, ma una sola, questa dovrà prossimamente corrispondere all' una o all' altra delle due primarie sopradette. Così è di fatto: e quindi pure è spiegata la varietà delle indicazioni ricevute, solo pensando che troppo facilmente accade, o di notare fra molte soltanto la sensazione più forte, o di tener conto soltanto della prima. Un breve esame dei dati di osservazione conferma questo corollario.

Ecco qui appresso le direzioni notate e date indistintamente per le scosse sulla zona Velletri-Firenze, senza che fosse specificato se alle prime o alle seconde scosse si riferivano: (escludo, come è giusto, l' osservazione di Ragusa e di Spalatro):

N	a S	5	
NNW	a SSE	4	
NW	a SE	10	14
WNW	a ESE	0	
W	a E	4	
WSW	a ENE	3	
SW	a NE	5	12
SSW	a NNE	4	

cioè le due direzioni reciprocamente perpendicolari sono ben salienti e definite in tutta la linea, il che vuol dire che, dei due terremoti sentiti in alcuni luoghi, o l' uno o l' altro fu notato anche nei luoghi intermedi, e non già uno diverso.

4. Anzi dal vedere la linea di NW tanto più fissa e prevalente che quella di SW, nella ragione di 10 a 5, viene fin d' ora il sospetto (che vedremo poi crescere fino a vera certezza) che quel moto di NW sia venuto con grande apparato di larghissime e pesantissime onde, e tali da poter signoreggiare ogni più diversa resistenza, e da volgere a suo grado con dispotico dominio le più svariate condizioni dei luoghi. Per lo che quell' onda di NW cotanto poderosa (quantunque non fosse la più irrequieta o squassante) dimostrasi piuttosto indipendente dai centri vulcanici della penisola, e quindi venuta di fuori. Ciò s' intravede sin d' ora: ma solo un' analisi positiva potrà darcene la piena convinzione.

5. E di più le stesse due onde, che percossero minacciose da

Velletri a Firenze, corsero anche più innanzi e più indietro, e a destra e a sinistra di quella zona, dividendosi fra loro il crudele ufficio di andare a spaventare i tranquilli più lontani paesi. L' una e l' altra radiazione può seguirsi molto bene al di fuori e all' intorno della linea centrale, e pare con ciò di avere penetrato gran parte del segreto e complicato magistero di quei moti.

Osservate il quadro generale sotto questo aspetto, e vi parrà quasi di veder delineato graficamente tutto l' estessimo terremoto. Oltre le due onde associate che battono per tutto tra Velletri e Firenze, voi vedete saltar fuori da lontano a Cosenza l' onda di NW, e di là da Firenze la stessa onda vi riapparisce sola a Modena, Alessandria, Mantova, Lodi, Milano, Aosta.

Guardate ora le stazioni che stanno a levante e a ponente della zona centrale, e che sentirono principalmente una sola delle due ondulazioni generali. Voi trovate, trasandando poche eccezioni:

A levante

Pennabilli	con l' onda di	W
Fano	»	SW
S. Marino	»	SSW
Rimini	»	W
Savignano	»	W
Forlì	»	WNW
Bologna	»	W

cioè prevale una direzione di movimenti che raggiano lateralmente dall' Appennino, o meglio dalla solita zona Velletri-Firenze, al mare.

A ponente

Volterra	con l' onda di	NE
Genova	»	NE

cioè di nuovo movimenti dall' Appennino all' altro mare.

Adunque il moto che avvenne intorno all' asse della penisola rimase assai concentrato sull' asse medesimo, senza molto dilatarsi ai fianchi, ma spingevasi molto innanzi a tramontana e a mezzogiorno, cioè ad Aosta e a Cosenza: e l' altro moto perpendicolare al primo corse verso le due spiaggie marine, ma non discese e non salì molto nelle latitudini. I quali andamenti si possono com-

prendere in quest' unica imagine di un grande e precipitoso fiume che ha corso da Cosenza ad Aosta, o viceversa, e in mille punti ha rotto gli argini, spingendosi con forti correnti a destra e a sinistra.

6. Sorge ora da sè l' importante quesito: quale dei due movimenti di NW e di SW venne per primo nella zona centrale?

Per buona fortuna abbiamo all' estremo boreale di questa zona il celebre sismografo del P. Bertelli; abbiamo nel mezzo della medesima il sismografo di Perugia; e verso l' estremo australe abbiamo una vigile e brava sentinella nel Prof. De Rossi. Ebbene, il Bertelli da Firenze, il Bellucci da Perugia, il De Rossi da Roma positivamente e risolutamente segnalarono che la prima onda che colpiva i loro posti correva per la via NW-SE. Nei documenti riportati può vedersi come la loro osservazione sia buona e sicura. Io la tengo per ottima. E si aggiunge che concordano con loro verso Roma gli osservatori di Velletri e Rieti e sopratutto di Civitavecchia, come apparisce dai riportati documenti: verso il centro concordano le osservazioni di Spello, di Fabriano e Urbino; verso Firenze concorda la osservazione di Pontassieve. Certamente qualche osservazione contreddice. Ma io non potrei disdire l' osservazione mia propria, nè potrei cancellare o invertire le indicazioni del sismografo del P. Bertelli, nè barattare le nette e chiare note dell' illustre sismologo di Roma. Adunque senza alcun dubbio io ritengo e pongo come cosa di fatto che il primo moto della terra da Velletri a Firenze fu nel senso dell' asse della penisola. E si vedrà come tutti i maggiori e più sicuri fatti armonizzano con questo fondamentale concetto.

7. L' onda NW-SE, che aprì il breve ma larghissimo commovimento della penisola, già la vedemmo più fissa e ostinata che l' altra SW-NE nella lunghezza della zona centrale Velletri-Firenze. Ma di più quell' onda è anche la più fissa e inalterata per tutta quanta l' estensione invasa dal terremoto. Giova qui registrare il risultato generale che si ottiene prendendo in massa tutte quante le direzioni registrate nel quadro, meno quelle della Dalmazia e dell' Istria. Vengono i numeri seguenti:

Direzioni per			
Direzioni per	N-S	Num.	13
»	NNW-SSE	»	7
»	NW-SE	»	27
»	WNW-ESE	»	3
»	W-E	»	13
»	WSW-ENE	»	7
»	SW-NE	»	16
»	SSW-NNE	»	8

Da questo specchio si vede bene il predominio dell' onda indicata NW-SE: il che non devesi semplicemente attribuire all' andamento dell' asse montuoso della penisola, perchè l' onda stessa domina su tutte le catene minori dirette in tanti modi, e domina anche fuori delle catene montane. Laonde vieppiù si fa manifesto che l' urto di NW, che fu il primo, venne con grande indipendenza dalle condizioni speciali dei vari luoghi ad assalire la penisola, come invasione di forze straordinarie e novissime, che trascinarono con sè e fecero servire all' operazione propria quanto di attività vulcanica poteva forse essere sul punto di erompere in qualche parte del paese.

8. Infine non potrei tacere un altro singolare rapporto che si appalesa nei numeri dello specchietto qui sopra esposto. Mettiamo a confronto la frequenza delle direzioni che sono tra loro perpendicolari, accoppiandole insieme nelle stesse linee. Si avrà:

N	Num.	13	W	Num.	13
NNW	»	7	WSW	»	7
NW	»	27	SW	»	16
WNW	»	3	SSW	»	8

Si rileva subito la grande corrispondenza di questi numeri, tanto che viene il sospetto di una qualche dipendenza fra le onde incrociantisi ad angolo retto. Ciò si collega con un principio che dovremo a suo tempo dichiarare. Se qui sia un caso fortuito, non saprei dire. Ma intanto è un fatto, e io non lo do che per un fatto.

Riassumiamo ora le primarie leggi stabilite in questo capitolo, e confortiamoci che il problema tanto oscuro e complicato a prima vista, comincia a rischiararsi tanto da far intravedere la reale orditura e successione delle varie linee di movimento:

a) *Due serie principali di scotimenti, e come due terremoti successivi in due direzioni diverse, percossero una lunga zona italiana terminata a Sud sulle latitudini di Velletri e a Nord su quelle di Firenze.*

b) *La prima serie di quei scotimenti fu con direzione molto fissa da NW, e la seconda con direzione un po' variata intorno a SW.*

c) *Fuori di quella zona corse più generalmente un' onda sola, e fu una delle due medesime che in quella prima zona erano tra loro associate, l' una seguitando l' altra con minimo intervallo di tempo.*

d) *L' onda unica che si diffuse oltre i confini boreale ed australe della zona centrale, fu quella di NW: e l' onda che più si allargò e più scosse sui lati orientale ed occidentale sino ai due mari fu quella di SW, che modificò qua e là in vari modi il proprio andamento.*

VII. — Esame dei tempi e delle velocità delle onde.

Nell' esame delle ore io restai ben presto colpito da due fatti principali.

I tempi che segnarono la manifestazione dei moti geosismici sulla riva orientale dell' Adriatico, cioè nella Dalmazia e nell' Istria, sono assai bassi e inferiori all' ora media generale del terremoto d' Italia, e di più manifestano una successione e propagazione di movimenti dalle minori alle maggiori latitudini.

Parecchi paesi nella valle del Tevere tra Perugia e Spoleto ebbèro il terremoto un poco prima che il resto d' Italia: e Firenze ancora, cioè una parte della valle dell' Arno, ebbe le scosse un poco anticipate.

Si guardino attentamente le ore segnate nel quadro, e subito verrà facilmente fatta questa superficiale osservazione.

Appena io me ne accorsi, mi detti a studiarci in modo rigoroso e positivo, e vidi che non m' era ingannato; e quindi, collegando questi risultati con gli altri ottenuti sulle direzioni delle scosse, trovai sì buona armonia tra di loro, che tutti quanti mi parvero più che mai dimostrati, e quindi molto chiarito e anzi ri-

soluto il difficile problema di segnare le origini, le successioni e gli andamenti delle scosse.

Espongo qui brevemente i facili processi di questa analisi.

Ecco le varie stazioni della costa Dalmata e dell' Istria fino a Venezia, ordinate secondo le loro latitudini, con appresso i tempi e le direzioni delle scosse:

Stazioni	Latitudine	Ora	Direzione
Ragusa	42. 37	8 56 1/3	SE-NW
Spalatro	43. 30	9 2 1/3	SE-NW
Sebenico	43. 48	9 2 1/2	SE-NW
Zara	44. 7	9 0	SE-NW
Pola	44. 52	9 4 1/3	SE-NW
Pisino	45. 13	9 4 5/6	. . . . .
Fiume	45. 20	9 4	E-W
Umago	45. 25	9 5 2/3	. . . . .
Venezia	45. 26	9 7 1/2	SE-NW, N-S
Trieste	45. 39	9 4 2/3	. . . . .

Da questi dati si ricava:

1. L' ora media del terremoto da Ragusa a Venezia fu 9 3' 15, mentre le stazioni della penisola, tranne alcune centrali da Firenze a Spoleto, hanno tutte un' ora superiore a 9 ore 4'.

2. I tempi vanno via via alzandosi col crescere della latitudine. Per veder meglio questo andamento, prendiamo la media dei tempi per ciascun grado di latitudine, ossia per vari punti successivi distanti fra loro prossimamente di 1° di latitudine, riunendo insieme le prime tre osservazioni, poi la quarta e la quinta, e in un sol gruppo le altre cinque.

Così si ottiene:

Ragusa-Sebenico:	latit. media	43° 19':	ora 9. 0' 2/5
Zara-Pola:		44 29:	9. 2' 1/5
Pisino-Trieste:		45 25:	9. 5' 3/10

Ognun vede che la progressione viene anche troppo bella e parlante. In poco più che 2' le onde passarono dal grado 43° al 44°, e nell' istesso tempo corsero dal grado 44° al 45°.

3. Gli scotimenti ebbero direzione costante in una linea parallela a quella seguita dai primi moti delle terre italiane.

4. I punti percossi si stendono realmente sulla via per la quale in ciascun luogo sembrò incamminata l' ondulazione.

5. Tutti questi dati insieme uniti manifestano chiaramente l' arrivo di un' onda tellurica nei dintorni di Ragusa proveniente dalle parti di SE, e dotata di tanta forza da continuare la sua via per tutto il lido della Dalmazia e dell' Istria fino a battere Trieste e Venezia, e fors' anche Belluno e Salisburgo — l' infelice Belluno che la mattina del 29 giugno, sulle 5 ore crollerà dalle fondamenta, rinviando lontano leggieri e lunghi scotimenti, debole eco di tremenda catastrofe. (Vedi in fine l' Elenco de' terremoti).

Questo terremoto di Dalmazia si presta assai bene al calcolo della velocità delle onde terrestri, attesa la discreta regolarità della sua propagazione. Perciò io ho voluto calcolara la vera distanza da Ragusa a Venezia sopra un circolo massimo terrestre per mezzo della formula

$$\cos d = \frac{\text{sen}\lambda' \cos(\lambda\text{-}\varphi)}{\text{sen}\varphi}$$

nella quale λ e λ' sono le latitudini delle due stazioni, e φ dipende dall' equazione ausiliaria seguente, in cui D è la differenza di longitudine delle stazioni:

$$\cot\varphi = \cot\lambda' \cos D.$$

Ottengo d = 299'

ossia d = 299 miglia italiane = 554 Cm.

Quindi, pigliando a rigore i tempi di Ragusa e di Venezia, dovremo porre che la detta distanza di 554 chilometri fu percorsa in 11', 17: e così viene che il terremoto fece quasi 50 chilometri al minuto.

Se invece facciamo l' istesso calcolo per Spalatro e Venezia (non posso impiegare l' ora di Trieste, perchè non mi venne abbastanza accertata come le altre) otteniamo per questi due paesi la distanza

d' = 209'

ossia d' = 209 miglia = 387 Cm.

Quindi, ritenuta la differenza dei tempi tra queste due città in 5', 17 viene per velocità di propagazione del terremoto nella loro distanza 75 chilometri al minuto.

Prendendo la media dei due risultati, avremo per media velocità 62 chilometri al minuto.

Per fare giusta stima di questo risultato, mi si permetta di recare qui alcuni dati relativi alla velocità dei moti geosismici. Il Perrey di Dijon (oggi dimorante a Lorient), grandemente chiaro e benemerito per i suoi studi sui terremoti, recentemente mi scriveva: « Il mio amico Mallet ha fatto sotto gli auspicii dell' Associazione Britannica delle esperienze molto interessanti sulla velocità di propagazione delle vibrazioni del suolo, facendole nascere con cariche di polvere sepolte nel suolo stesso e accese dalla scintilla elettrica. Egli trovò per la velocità

nella sabbia	826 915	piedi ingl.
nel granito discontinuo e disgreg.	1 306 425	»
nel granito più solido	1 664 574	»

Il piede inglese corrisponde a m. 0,3048.

Quindi in chilometri si ha:

Velocità minima	251	chilometri
» media	398	»
» massima	507	»

L' astronomo Schmidt trovava per il terremoto della valle del Reno nel 1846 la velocità dell' onda da 37 a 80 miglia geografiche al minuto (68 a 148 chilometri).

Lo Stoppani (Corso di Geologia § 838) dice che generalmente la velocità del terremoto si calcola da 4 a 5 miriametri per minuto.

Le velocità da noi trovate di 50 e 75 chilometri sono dunque nell' ordine delle più ordinarie e conosciute. Le esperienze del Mallet mostrano come le velocità dei moti unicamente superficiali della crosta del globo diversificano grandissimamente da quelle di più profonde ed estese concussioni.

4. Ecco ora le stazioni italiane dove l' ora è più bassa che in tutto il resto della penisola, come ho accennato al principio di questo capitolo.

Spoleto	9. 2'
Todi	9. 0
Norcia	9. 2 1/2
Trevi	9. 4

Foligno.	9. 0	circa
Spello	9. 2	circa
Perugia.	9. 1	
Firenze	9. 3 3/5	

Queste ore danno per media

9 ore 1′, 9

mentre in generale sul versante Adriatico l'ora sta sui 5′, e a Siena, Volterra, Livorno, Roma, oscilla fra i 7′ e i 5′. Di più conviene tener conto della grande certezza che si ha intorno al basso valore dell'ora di Perugia, non superiore assolutamente a 9 ore 2′, come abbastanza fu dichiarato nella esposizione dei documenti.

Colpito da questo fatto cercai di vedere sulla carta d'Italia le posizioni precise di questi luoghi. Non dirò se fu grande la mia sorpresa, quando vidi che stavano pressochè tutti sulla ferrovia o in vicinanza della ferrovia che va da Firenze a Spoleto, e che specialmente l'anticipazione delle scosse ebbe luogo nella grande vallata del Tevere da Perugia a Todi.

E allora ripensai pure che questa medesima zona andava segnalata per la duplice direzione delle scosse, come ho spiegato al Capo precedente, sicchè due caratteri molto singolari e bene scolpiti la fanno grandemente risaltare come al tutto distinta nei fenomeni sismici di quella sera.

Se ancora ripensiamo che queste prime scosse della penisola avvenute a 9 ore 2′ furono per la linea NW-SE, e che per una linea parallela a questa avvennero pure a 9 ore 2′ le scosse di Dalmazia, non solo troviamo che la contemporaneità delle due serie parallele di onde non inchiude alcuna contraddizione, ma anzi vediamo come poterle insieme collegare, cioè argomentiamo una causa unica che venuta di lontano avrà trovato due distanti e facili sbocchi per salire fin quasi alla superficie: mentre, esclusa la contemporaneità degli urti, avremmo dovuto riguardare come affatto indipendenti fra loro quei moti così esattamente paralleli: e siffatta indipendenza non potea non comparire improbabile per terremoti tanto forti e tanto prossimi di luogo.

5. Per mostrare anche meglio allo sguardo le differenze che ho detto delle ore, ordinerò qui in tre colonne diverse le ore della

zona occidentale, della centrale e della orientale, prossimamente parallele ai due lidi. È una specie di rappresentazione grafica abbastanza parlante, che dimostra la successiva apparizione delle onde a destra e sinistra di una linea assiale della penisola. E a rendere il quadro più significante, specialmente in ordine alle onde trasversali dirette a SW e a NE, ho immaginato di tirare tante linee fra loro parallele e perpendicolari all' asse della penisola, e qui ho disposto sopra una medesima riga quei punti che a un dipresso si trovano a levante e a ponente dell' asse sopra una medesima linea trasversale tirata, come ho detto, press' a poco perpendicolare all' asse della penisola.

Ora del terremoto nell' Italia Centrale.

Zona occidentale		Zona assiale		Zona orientale	
Livorno	dopo le 9. 8'				
		Firenze	ore 9. 3' 3/5		
Volterra	a ore 9. 7 1/3		»		
Siena	» » 7 1/2			Rimini	ore 9. 5'
				San Marino	» 5
				Urbino	» 4 1/4
				Fano	» 3
				Cagli	» 4
				Pergola	» 5
		Perugia	» 1	Castelplanio	» 4
				Jesi	» 6
				Fabriano	» 5
				Ancona	» 5
				Cingoli	» 7 1/3
				Matelica	» 5 1/2
Orvieto	» » 4 1/3	Spello circa	» 2		
		Foligno	» 0		
		Todi	» 0	Camerino	» 5 1/2
		Trevi	» 4	Macerata	» 3
		Spoleto	» 2	Civitavecchia	» 5
		Norcia	» 2 1/2	Monte Fortino	» 5
				Ascoli	» 3 1/2
Roma	» » 5 1/2			Teramo	» 4 1/6
				Pescara	» 5
Media ore 9. 6 1/2		Media ore 9. 1, 9.		Media ore 9. 4 3/4	

Guardate su questo quadro che fa le veci di una carta geografica d' Italia, e voi vedete subito che gli orologi della zona centrale si scuotono circa 3' innanzi a quelli delle zone laterali. Vi fu dunque diffusione di onde da un lungo focolare tutto italiano verso le parti periferiche della penisola: e, se mi si permette un termine molto espressivo che prendo da altri studi a me molto cari e continui, dirò che quella zona centrale rappresenta e fu un *radiante di ondulazioni* tutto italiano, *radiante* ben manifesto collocato attorno alla catena montana che va da Falterona a Todi, ed è lambita alle basi dai corsi dell' Arno e del Tevere.

E vedete ancora che tutti gli orologi della spiaggia adriatica da Pescara a Rimini sono colpiti in un medesimo istante quasi traversati da elettrica corrente, e tre di essi per fortunatissimo caso anche si arrestano, cioè quelli di Urbino, Camerino e Teramo, quasi a meglio rassicurarci della simultaneità degli urti. Da Urbino a Teramo saranno circa 150 chilometri: eppure i due orologi si arrestarono insieme su 4',3 e 4',2!

Giova anche ricordare (e si può ben rivederlo nei documenti) che le ore di Castelplanio, Iesi, Fabriano, Ancona e Pescara sono ben sicure; e del pari son certe altre ore identiche date dal conte Orsi per vari punti del lido da Porto S. Giorgio a Pescara. Quindi poniamo davvero come un fatto ben provato che tutto il lido da Pescara a Rimini si scosse in un sol tratto, come subitamente fulminato.

Calcolando la distanza precisa fra questi due punti in arco di circolo massimo, ottengo 124' = 230 Cm. Una linea così lunga, che fosse percorsa dal terremoto nella sua stessa direzione, non potrebbe essere che in circa 3' o 4'.

L' istesso andamento si ritrova abbastanza palese sulla costa occidentale. Solo la media dei tempi è ivi un poco più alta.

E però dobbiamo dire che il radiante centrale Firenze-Spoleto inviò da quella parte più lente le sue correnti ondose, come certamente ve le inviò più deboli, dacchè i punti della spiaggia da Livorno a Grosseto appena tremarono, e l' Elba e la Sardegna non tremarono punto.

Ammessa questa moltiplice radiazione bilaterale, ho voluto cal-

colare la velocità delle onde da Perugia a Urbino ed Ancona da una parte, e ad Orvieto dall' altra, scegliendo questi punti, sia per la loro opportuna posizione, sia per la certezza delle loro ore. Ecco in questo piccolo diagramma le distanze ottenute e le differenze dei tempi delle scosse.

Perugia-Urbino	Cm.	67	3' 1/4
Perugia-Ancona	»	107	4'
Perugia-Orvieto	»	44	3' 1/3

Ben si vede che vi è una certa proporzione fra le distanze e gl' intervalli dei tempi, ritenendo però che le onde più deboli discese al Mediterraneo corressero meno veloci. Se poi per Perugia avessimo adottata l' ora 9. 2', che fu segnata dall' orologio del telegrafo e che è la media di tutto il radiante sismico centrale, verrebbero anche delle velocità medie abbastanza conformi alle più ordinarie conosciute.

L' ora di Genova, che tocca i 15', conferma pure la lentezza dei moti verso occidente.

Questo dubbio, che la velocità dei moti geosismici sia commisurata in qualche modo alla loro energia, meriterà forse di esser tenuto presente in altre somiglianti investigazioni.

6. Resta ora da studiare l' andamento dei tempi nelle stazioni che sono più alte o più basse in latitudine rispetto agli estremi del radiante centrale.

Troviamo in primo luogo l' onda di NW presentarsi a

Rieti	a ore	9. 6'
Roma	»	9. 5 1/2
Velletri	»	9. 5
Anagni	»	9. 7

Il moto di Cosenza alle 9. 0' forse fu più direttamente collegato col moto di Ragusa.

Da Perugia a Roma e ad Anagni abbiamo da circa 70 e 90 miglia italiane, cioè intorno a 130 e 170 chilometri. L' onda di NW avrebbe dunque corso intorno a 40 chilometri per minuto, tenendo per il radiante centrale l' ora media 9. 2'.

Ognun vede che per tal modo i movimenti dei paesi più meridionali sono egregiamente spiegati. E dobbiamo quindi am-

mettere che anche là nelle province Romane la prima onda ha costituito nuovi radianti per le onde susseguenti incrociate, dacchè queste tennero dietro alla prima con nessuna o con brevissima interruzione.

Nell' Italia superiore troviamo l' onda di NW arrivata a

Modena	alle	9. 7′
Mantova	»	9. 4
Moncalieri	»	9. 9 (SSW)
Milano	»	? ?
Aosta	»	9. 5 1/2 - 9. 10 1/2

Subito si ravvisa che il movimento nacque realmente verso il centro della Penisola (9 ore 2′), e che raggiò alle basse latitudini non velocissimo, seguendo la sua via di NW, come raggiò alle più alte. Ciò risponde all' insieme dei fatti, e quindi non dobbiamo vedere una seria obiezione in alcune poche ore troppo basse, neppur date con piena certezza, che qui non ho messo a calcolo.

Riassumendo quanto si è trovato colla presente analisi, porremo dunque queste nuove proposizioni, o leggi del fatto:

e) *Il terremoto della riva orientale Adriatica colpì tra Ragusa e Sebenico a 9 ore 0′, e presso Trieste intorno a 9 ore 5′, mostrando ben palese il suo successivo propagarsi da SE a NW.*

f) *La velocità del moto sismico tra Ragusa e Venezia fu in media di 62 Cm. al minuto* (*).

g) *Nel terremoto della penisola italiana è manifesta un' anticipazione delle scosse intorno alla linea che congiunge Firenze a Spoleto, e sopra tutto nel tratto da Perugia a Spoleto. In tutta questa linea l' ora media del fenomeno fu 9 ore 2′.*

h) *È notabile la contemporaneità del terremoto su questa linea con quello di Dalmazia.*

i) *Allato della zona assiale italiana che si termina in Firenze e Spoleto, il momento delle scosse fu circa 3′ dopo: cioè nella zona che costeggia l' Adriatico fu verso 9 ore 5′: nella zona che guarda il Mediterraneo fu verso 9 ore 6′.*

(*) Una correzione fatta nel tempo di Ragusa ha portato una differenza colla media data in una nota presentata all' Istituto Lombardo il 19 giugno 1873.

k) *Il detto valore dei tempi e la direzione dei potentissimi moti per SW-NE dimostrano che la zona centrale fu come lungo radiante, da cui mossero correnti ondose fra loro parallele e perpendicolari al radiante medesimo, avviate a investire di fronte, tutte in una volta, le due spiagge marine, e specialmente la spiaggia Adriatica.*

l) *Perciò in tutti i punti da Rimini a Pescara (e si tratta di una linea di 230 chilometri) il terremoto giunse nell' istesso minuto.*

m) *I moti ondosi molto gagliardi discesi all' Adriatico andarono più veloci di quelli assai deboli discesi al Mediterraneo.*

n) *Questi moti da SW e da NE costituirono il secondo terremoto. Il suo radiante fu veramente italiano; ma ciò non toglie che possa attribuirsi a cagione lontanissima il primo terremoto da NW.*

o) *L' onda di NW fece la sua prima apparizione nelle vallate del Tevere e dell' Arno tra Spoleto e Firenze, e corse a investire da una parte le province Romane, da un' altra parte l' Italia superiore.*

VIII. — *Conclusioni generali.*

L' orologio di Roma batteva le 9 ore, e una corrente sotterranea venuta da SE urtava intorno a Ragusa: mentre un ramo della medesima che era corso veloce e insidioso sotto il letto dell' Adriatico, svelandosi forse nei piccoli moti di Chieti, anteriori di due minuti primi, giungeva sotto l' Italia centrale percotendo all' ora stessa con pesantissime onde nelle fratture sotterranee del Tevere e dell' Arno fra Spoleto e Firenze, e fedele compagna della corrente di Dalmazia correva parallelamente con quella fino a incontrarla e a seppellirsi e disperdersi insieme nel grande anfiteatro alpino.

Questa prima onda, scotente da NW a SE e da SE a NW, fu nel terremoto del 12 marzo la principal cagione di tutto il rimanente sconquasso, quantunque essa non sia stata per sè tanto cattiva e furibonda come le altre che vennero di poi. O fosse di novelli impulsi continuamente nutrita la sua energia, o meglio si prestasse al suo corso la struttura della penisola, che si portò quelle prime vibrazioni sui robusti dorsi delle sue catene montane, fatto è che quell' onda stessa la incontriamo per il piano lombardo e

per le balze alpine, e la seguiamo da per tutto giù per la linea assiale della penisola.

L' andamento di questa prima onda in Italia è forse il problema più difficile che s' incontra fra tanti altri. Infatti questo primo terremoto camminò in Italia ben altrimenti che in Dalmazia. Là salì sempre dalle basse alle alte latitudini, da Ragusa a Trieste, da SE a NW. Qui la stessa corrente, o diramata, o compagna a quella di Dalmazia, non restò paga a continuare il suo corso e a montare per le alte latitudini, ma quasi si divise in due rami laterali, seguitando uno di essi verso l' Italia superiore, e l' altro ripiegandosi indietro per venire a battere anche con più furia le terre meridionali. Il fatto è ben curioso ed oscuro, e neppur potrebbesi sfuggire coll' ammettere che la corrente nostra primaria fosse indipendente affatto da quella di Dalmazia, e anzi venisse a noi in senso contrario; il qual concetto è già nelle menti di più d' uno che avrà presa nel suo più semplice significato l' indicazione del Bertelli e del De Rossi sul punto di partenza delle prime scosse. Ma, se la corrente prima veniva da NW, perchè le terre più lontane a NW si son mosse dopo Firenze, Perugia e Spoleto? Ciò non potrebbe dirsi, nè più facilmente spiegarsi. Perciò dico che il fatto e il problema enunciato non si sfugge in nessun modo, e si tratta dunque d' indagare se può mai succedere che una corrente sotterranea, avviata in un determinato modo, abbia a far nascere alla superficie due serie di radiazioni diametralmente opposte.

Io propongo il difficile problema all' attenzione dei geologi, e non ardisco davvero di risolverlo, nè la presente Memoria era a ciò destinata.

Pure dirò come a me pare che la cosa possa succedere, ricorrendo col pensiero alla speciale conformazione che deve avere la scorza terrestre nella sua superficie inferiore. A me par di vedere che essa nell' interno sia tutta irta di grandi prominenze, che discendono verso il centro a guisa d' immense stalattiti, formando rovesciate montagne e picchi e rilievi prismatici di gran mole immersi colle loro sommità in un oceano perpetuamente agitato di bollenti lave e vapori. Ora se contro quelle interne capovolte pen-

dici succede un urto in direzione orizzontale, io m' immagino che debbano seguirne o grandi lacerazioni e scoscendimenti, o giganteschi moti di altalena su tutta la massa verticale fino alle punte esteriori, sicchè i coni superiori elevantisi nell' atmosfera abbiano a ondeggiare con moto inverso a quello di dentro; e perciò un colpo ricevuto dentro da SE possa di fuori mostrarsi con un primo moto da NW; e quindi alternandosi il moto oscillatorio da NW e da SE, abbiano a nascere radiazioni bilaterali, che corrono per vie diametralmente opposte.

Si consideri che nel caso nostro tutte le relazioni sono concordi nell' attribuire poca energia ai moti verticali. Anzi a Foligno, Spoleto e Norcia neppur notarono sensibili sussulti. Mentre il 18, 19, 20 di gennaio, quando i terremoti della provincia Romana avevano evidentemente un centro di spinta nelle cavità vulcaniche laziali, dovunque il movimento fu più sensibile ivi ancora veniva sempre notata la scossa sussultoria e il sollevamento del suolo (De Rossi: *Le fratt. vulc. e i terrem. del genn. 1873*). Quindi è che non solo bisogna dire venuta di lontano la corrente che quella sera ci mise tanta paura, ma bisogna anche giudicare che il suo andamento sotto la scorza terrestre fosse quasi orizzontale, e quindi i suoi urti e le due opposte schiere di onde, che ne scaturirono e via corsero a NW e a SE, si generassero molto probabilmente secondo la congettura da me ideata e qui sopra timidamente esposta.

Lascerò poi ai geologi di considerare profondamente le condizioni speciali dei luoghi dove percossero quei primi urti. A me pare che specialmente quella vallata del Tevere, che prossimamente si stende fra Assisi e Todi, e quel seno Apenninico che conduce le acque dell' Arno a Firenze, siano molto favorevolmente disposti a risentire forti scotimenti dal passaggio di sotterranee correnti. *Quei seni,* dice l' illustre Scarabelli in un prezioso suo scritto (*Sul sollevamento delle Alpi in linea curva*), *quei seni sono nati come le pieghe di un ventaglio aperto che si chiude,* dacchè gli assi di quelle vallate si dipartono dal punto medesimo dove l' Appennino presenta un' inflessione presso la Falterona, e si avanzano con divergenza molto simmetrica rispetto al crinale dell' Appennino medesimo, chiudendo tra loro in Toscana uno spazio triangolare rialzato nel mezzo. Ora

le pieghe di quel ventaglio dovevano produrre nel loro formarsi la rottura degli strati sottoposti, senza di che non potevano questi alzarsi così inclinati per formare l' elevazione o montagna vicina. E, come avviene in ogni altro sollevamento, le rotture sotterranee corrispondenti alle vallate o agli angoli sinclinali, dovettero generare delle ampie lunghissime gole allargantisi dall' alto in basso, pronte perciò a ricevere e a dar corso ad ogni flutto di materie liquefatte e ad ogni subitanea bufera di ardenti e furibondi vapori. Le correnti laviche o vaporose ivi saliranno a scuotere l' indebolita crosta: e, quando arrestate, quando imprigionate in più stretti canali, comunicheranno alle stesse pareti il violentissimo impeto di loro tensioni. In quelle ime aperture l' onda motrice del 12 marzo si sarà incontrata, venendo a noi chi sa da qual distanza, mentre la sua corsa sotterranea ancora lontana e innocente era tradita e scoperta dalle vibrazioni sonore e dal rombo precursore. Quelle regioni italiane potevano insomma essere facilmente più da vicino visitate da una corrente vulcanica capitata al disotto della penisola, e furon di fatto prescelte; e nacque la radiazione dinamica verso Velletri e verso Aosta; la seconda come continuazione della corrente primaria, la prima come effetto di furiose oscillazioni e reazioni indotte nelle masse urtate. E certo fu quella prima radiazione che eccitò ed animò una gran serie di correnti sotterranee, che in forza di molteplici reazioni e riflessioni andavano e venivano per tutte le linee di frattura, manifestandosi via via in tempi successivi nelle regioni più distanti dalla zona centrale: chè in caso diverso l' onda di NW non poteva manifestarsi prima nel centro e poi agli estremi e ai fianchi.

Infine a conferma del giudizio da me dato su questa prima fase del terremoto, giudizio che in ultima analisi si riduce a dichiararlo come tutto un fenomeno con quello di Dalmazia, riporto l' opinione del Sig. A Perrey, che è maestro in tale materia, il quale mi scrisse: « J'ai toujours regardé comme manifestant un phénomène unique les secousses ressenties dans des pays peu éloignés, quand les contrées intermédiaires étaient ébranlées. Ainsi les secousses ressenties le 12 mars en Italie et sur la côte orientale de la Mer Adriatique me paraissent être des manifestations d'un

seul et même phénomène. Aussi, je me propose de les présenter comme telles dans mon relevé futur de 1873. »

La seconda fase del terremoto del 12 marzo non fu a mio giudizio che l' effetto della prima: e l' argomento da ciò, che i moti di SW, i quali sorsero dopo il passaggio dell' onda di NW, furono congiunti ai primi a brevissimo intervallo, o senza intervallo. Se questi scotimenti, che furono realmente i secondi perchè così la più parte degli osservatori notarono, non fossero stati immediata conseguenza dei primi e come loro complemento, non poteva così costantemente avvenire che in terre tanto lontane e in condizioni di luoghi tanto diverse andassero sempre ai primi congiunti.

Un fatto più bello e singolare si verifica in queste scosse della seconda fase. Per esse cioè come per le prime, v' ha una radiazione centrale collocata nel bel mezzo della penisola; dappoichè le terre di levante e di ponente furono colpite 3' o 4' dopo i paesi più interni. Ma di più il lido Adriatico da Pescara a Rimini trabalzò a un tempo solo, intorno a 9 ore 5'. Da ciò possiamo dunque argomentare della posizione e forma del radiante, che dovette essere non un punto od un' area molto ristretta, ma sì una linea assai luuga parallela alla costa. Ed ecco che torna per altra via a mostrarsi come fornita di caratteri al tutto speciali la stessa zona parallela ai due lidi, nella quale dovemmo riconoscere l' anticipazione delle scosse. Insomma tutti questi fatti e le loro ragioni sono nel totale complesso così bene concordanti, e si rendono a vicenda così buona testimonianza, che ormai niun fondamento potrà esserci a dubitare delle spiegazioni date. La zona dunque dove colpiva il primo terremoto fu sorgente principale di quelli che vennero di poi, i quali in fitta e tremenda falange corsero ai due mari.

È singolare che quest' ultima conclusione, a cui sono dovuto venire dopo lungo lavoro, fosse intraveduta dal mio egregio amico il professor F. De Bosis di Ancona, il quale il 17 marzo mi scriveva in questi termini: « Il terremoto dell' 8 marzo 1870 ci veniva dal mare: allora i colli ne furono con gravi danni tormentati. Ora è avvenuto l' inverso: la scossa è venuta fin qui, quasi per ammorzarsi in mare. »

Io ho parlato fin ora di radiante, di raggiamenti, di onde, riferendomi col discorso ai caratteri più esteriori dei fatti. Volendo penetrare più addentro nelle ragioni del fenomeno, io trovo per buona fortuna una teoria bell' e fatta, che oggi si conforterà delle ottime prove fornite dal presente terremoto. La teoria che dico fu ideata e abbastanza dimostrata dal prof. Michele De Rossi di Roma (Mem. *Sulle fratture vulcaniche*, ecc. — Atti dell' Acc. P. dei N. Lincei — 19 genn. 1873). Eccola qui appreso delineata nei suoi tratti principali coi termini stessi dell' autore.

« Se consideriamo l' effetto meccanico di una spinta verticale » sopra una frattura della crosta terrestre, non tarderemo a capire:

» 1. che ivi deve essere sommamente sensibile il terremoto, » massime nella forma sussultoria;

» 2. che il tremito ondulatorio conseguente il sussultorio » deve esser prodotto dal ritorno all' equilibrio delle due pagine o » brani sollevati dalla spinta.

» Se la mia induzione è giusta, deve seguirne per legge meccanica che la scossa ondulatoria conseguente la sussultoria deve » essere diretta normalmente all' asse della screpolatura, direzione » che potrà in vari luoghi essere modificata, ecc. »

Avendo egli quindi riconosciuto che nei terremoti del gennaio 1873 quasi sempre la seconda ondulazione fu normale alla prima (come avvenne nel maggior numero di luoghi il 12 marzo) conclude giustamente:

« Concludo che non potendo essere casuale la coincidenza tra » le fratture e la normalità delle onde sismiche verso le medesime, » ne viene per conseguenza che tale normalità è stabilita come » legge meccanica dell' azione dei terremoti sulle fenditure.... e ne » discende ancora che, presso e sopra le fenditure, i terremoti ondulatorii debbano investire la crosta terrestre con un' onda costantemente identica, ogni qual volta si rinnova il fenomeno, o per » lo meno il più delle volte. »

A far risaltare l' importanza di questa teoria del De Rossi, la quale credo nuova e ben fondata, ricorderò che fino ad ora la successione o concomitanza di scosse fra loro normali fu spiegata

per l' arrivo quasi contemporaneo in un dato punto di onde dirette e riflesse; figurandosi per es. che le onde dirette corrano costantemente nel verso di un cateto di triangolo rettangolo, e le riflesse (attesa la particolare e conveniente disposizione del piano riflettente) dopo percorsa l' ipotenusa si ripieghino appunto sull' altro cateto: per la quale combinazione un luogo situato al vertice dell' angolo retto dopo breve tempo riceve delle onde perpendicolari alle prime. Siffatta spiegazione in molti casi sarà veramente la ragione giusta del fatto: ma non vale al certo pei terremoti italiani del gennaio 1873, e per l'ultimo che andiamo studiando del 12 marzo. Imperciocchè non può ammettersi che quella combinazione di particolari riflessi avesse con perfetta costanza e regolarità a riprodursi su innumerevoli punti presi nell' estensione di centinaia di chilometri. Quindi io ritengo col De Rossi che la normalità delle onde sulle fratture, che furono dislocate e scosse da una prima ondulazione, sia trasformazione della sua forza medesima, tradottasi in susseguenti laterali ondulazioni; ritengo cioè, come dice il De Rossi, che *allo scotimento della linea di frattura segua l' ondulazione trasversale de' suoi labbri.* La qual legge ha, a mio giudizio, molto facile e piana spiegazione. Infatti la linea di frattura corrisponde sotterra a lunghi vani prismatici che hanno la base rivolta verso il centro. Quando dunque un' onda di vapori e di materie liquefatte verrà dentro a battere e a premere, le interne pareti saranno spinte con forze componenti normali, quasi fossero sotto l' azione di un cuneo, e tenderanno perciò a slontanarsi; e quindi, per ragione dell' equilibrio stabile della scorza si daranno a oscillare trasversalmente sino a che non abbiano tutta spesa la forza ricevuta, e fino a riassestarsi nelle antiche posizioni o poco lontano. Ben è chiaro che queste oscillazioni trasversali, nate principalmente, il 12 marzo 1873, dalla zona più centrale, e poi forse ridestatesi in molti altri luoghi per l' andare e venire delle forze su tutte le linee di frattura, corrispondono alle opposte schiere di ondose correnti che dicemmo esser derivate dal radiante sismico centrale e aver marciato di fronte verso un mare e verso l' altro.

Ma oltre queste cause abbastanza palesi e provate, io penso che altre se ne siano aggiunte a rendere così nuovo e grande per

16

noi lo sconquasso di quella sera. Imperciocchè non devesi dimenticare che da per tutto in questi paesi tra Camerino, Perugia, Urbino, il più forte e spaventoso terremoto fu il secondo. Infatti se si riguardano le relazioni, si trova che Fabriano e Urbino ebbero i maggiori urti provenienti da SW. Ora non è credibile che i moti susseguenti e indiretti, quali furono questi di SW, dovessero per sè soli manifestare maggiore energia che i primi più diretti fatti per la linea NW-SE, sicchè la parte secondaria e complementare del fenomeno venisse a prevalere di gran lunga sulla principale. Io penso adunque che cospirassero insieme due o più serie di vibrazioni; e perciò veggo nel terremoto di Dalmazia un altro radiante parallelo al nostro, che da quella costa lontana, o dal fondo dell' Adriatico, avrà inviato altre ondulazioni trasversali dirette da NE a SW, che potevano sommarsi con quelle provenienti dal radiante italiano. Così saremmo stati bersagliati da due opposte schiere di ondulazioni, le quali per una combinazione di dannose interferenze (di cui apparisce qualche segno nel paese di Penna S. Giovanni, come facilmente si ricava dai documenti) potevano produrre a Fabriano, a S. Ginesio, o là intorno, qualche maggiore rovina. Con che, se ben si riflette, io vengo a dire (come già esposi in una nota presentata il 15 maggio all' Istituto Lombardo) che la lunga schiena apenninica, come fosse un lungo e colossale ponte, ebbe a traballare a NE e a SW sulle sue basi inegualmente scosse, proprio come un ponte su vacillanti pile, o come gran bastimento percosso ai fianchi da potenti marosi. Insomma a spiegare la grande possanza delle vibrazioni venute da SW, io ammetto il concorso di altre vibrazioni somiglianti venute da NE: e con ciò non solo si rende ragione di una terza serie di vibrazioni che in alcuni luoghi furono osservate, ma ancora, com' è giusto, si attribuisce la stessa influenza agli urti primari avvenuti sulle fratture parallele delle coste adriatiche e dell' Apennino.

Infine vorrà sapersi se il terremoto del 12 marzo sia da mettersi nella classe dei terremoti *perimetrici* o dei *tellurici,* chiamando *perimetrici* quelli che avvengono nei distretti vulcanici per causa dell' istesso vulcanismo del distretto, come quasi sempre avviene in Italia, e chiamando *tellurici* quelli prodotti da più lontane cagioni,

o non dipendenti dal vulcanismo del distretto. Questa divisione corrisponde in sostanza alle due categorie di terremoti, che il prof. Stoppani pose, oltre quella dei terremoti propriamente *vulcanici,* cioè preceduti o susseguiti da eruzioni. Cercare adunque se il nostro terremoto fu dei perimetrici o dei tellurici, è l' istesso che dimandare se debbasene accagionare il vulcanismo della penisola, o qualche influsso di estranea lontana origine. Per determinare questo punto io mi procurai precise relazioni sullo stato in che si trovavano quel giorno e quella sera i grandi e piccoli crateri di vulcani e di acque termali della penisola. Tutti tacevano, e seguitarono a tacere anche dopo il terremoto, come se essi non avessero comunicazione coi canali sotterranei dove si fece tanto rigiro di correnti e di onde.

Il Vesuvio che si era leggermente agitato la mattina dell' 8 marzo, fu appieno tranquillo in tutti i giorni seguenti. La vigile sentinella dell' Etna, il prof. Giuseppe Gemmellaro, mi scrisse da Nicolosi: » In queste regioni dell' Etna, nelle città e nei villaggi di tutta l' isola nessuna scossa fu sentita. » L' istesso mi scriveva il prof. Tacchini da Palermo. Il P. Lotti da Volterra mi assicurava della quiete dei famosi Lagoni. Il dottor Paolo Fanti da Bagno mi scriveva che le terme di S. Agnese, copiose e salutari sorgenti di quel luogo, nessuna novità avevano presentato. La stessa tranquillità regnò nelle terme di Acquasanta, come scrisse il prof. Tranquilli da Ascoli. Il canonico Coccanari scrive da Tivoli che alla luce della luna osservò da lontano il lago della solfatara, se vi si notasse evaporazione; ma nulla vide, e neppure ebbe alcun sentore del puzzo della solfatara.

Anzi aggiungerò, in quanto al Vesuvio, che la sua quiete all' epoca del terremoto era fatta abituale e profonda. » Gli istrumenti dell' Osservatorio Vesuviano, dice il Palmieri, dopo le violente agitazioni che provarono nell' aprile 1872 erano arrivati a poco a poco a una *calma insolita,* e solo oggi (maggio 1873) cominciano ad agitarsi debolmente, cosicchè dopo un periodo di decrescenza i fenomeni sembrano riprendere nuovo vigore (*Compt. rend. de l'Ac. de France*, 9 Juin 1873). » Eppure un egregio osservatore, qual era il mio bravo collega il professor Luigi De Giorgi, che in Ra-

gusa si trovò a osservare molti terremoti, mi scriveva molti anni fa: « Moltissime volte, quando in Italia fa scoppi il Vesuvio, sulle coste orientali dell' Adriatico succedono i terremoti, e questi quasi unicamente nel territorio di Ragusa. »

Tutti questi fatti sono una buona prova che qnella prima concussione per la linea NW-SE dovette avere un' origine lontana.

A ciò si aggiunge la grande estensione di paese invasa da quella prima onda, che pur non aveva una forza iniziale grandissima. Se uno scoppio locale entro la penisola, come di grande e poderosa mina, avesse potuto spingere le sue forze così lontano e allo stesso tempo così fisse nelle loro prime direzioni, certo avrebbe tutto abbattuto e sfracassato nel luogo di sua origine. Così appunto mi diceva il professor Berti di Camerino: « Avuto riguardo ai punti estremi ove il terremoto s' è fatto sentire e alle contrade ove la intensità è stata maggiore, bisognerebb dire che il centro fosse in qualche nostra catena fra Camerino ed Urbino. Quando penso però che un terremoto di tanta estensione avrebbe dovuto scuotere dalle fondamenta queste nostre città più prossime al centro, sono portato a gludicare diversamente. »

Ma forse alcuno troverà meno accettabile il mio giudizio perchè in quel tempo appunto, cioè nei mesi e giorni antecedenti e seguenti, il vulcanismo della penisola nostra fu piuttosto inquieto, e agitò or qua or là le terre italiane.

Aveva tremato:

a) Prima del 12 marzo:

La Romagna nel settembre.
La Calabria nell' ottobre.
La Spezia, la Lunigiana, Siena e Pisa nel novembre.
Monte Cassino nel dicembre.
Porretta, Pracchia, Roma e altre regioni nel gennaio e febbr.
Tremò Anagni l' 8 di marzo.
Cosenza il 9 e 10 di marzo.
La terra di Campello presso Spoleto l' istesso giorno 12.

b) E dopo il 12 marzo,

Tremò Roma, Cingoli, Spello all' 1. 30' ant. del 13.
Le terre romane tremarono il 15, 16 e 18.

Moncalieri e Mondovì anch' esse il 18.

Il 30 si udirono rombi e boati sotterranei all' Avellana sul M. Catria, e nella vicina città di Pergola.

Nell' aprile e nel maggio tremarono Cagli, Urbino, Modena, Macerata, Aosta, Moncalieri, Piacenza e altri luoghi.

E il 29 giugno crollava l' infelice Belluno con molti villaggi circostanti.

Certamente tutto ciò dimostra che l' equilibrio nelle nostre cavità vulcaniche è assai alterato, o fatto molto lieve ed instabile.

Ma intanto i tremori delle terre romane del 15 e 16 sembrarono pure rispondere a un terremoto fortissimo che avvenne nella notte 14 a 15 sulle coste dell' Albania, e fu sentito anche a Corfù a 1 ora ant. del 15. Tutti poi si distinguono dal terremoto del 12 per la loro piccola estensione. E come questo carattere ci fa credere che nella più parte di quei commovimenti prevalessero le condizioni locali, così ci conferma nell' opinione che il primo urto nella sera del 12 sia stato di un terremoto tellurico, venuto a sovrapporsi sulle forze locali che trascinò in sua balìa.

Il sig. Carlo Raffaele Gualterio, chiaro cultore delle scienze geologiche, si mostrava favorevole a questi concetti scrivendomi: « Io pure direi che il focolare o la cagione del terremoto del 12 marzo non debbano ricercarsi nè sull' una nè sull' altra delle grandi linee di frattura dei terreni italiani; ma che certamente si tratti di una perturbazione più profonda e generale, la quale, non avendo sede fissa, erompe e si manifesta ove la spinge la pletora terrestre. Il terremoto così disastroso dell' aprile 1873 di S. Salvador nello stato di Nuova York, ne potrebbe essere come un' eco e una prova. » Questa importante coincidenza potrebbe meglio valutarsi se conoscessimo le fasi precise, con le epoche corrispondenti, di quella grande catastrofe. Essendomi rivolto per avere notizie al sig. Asaph Hall, astronomo all' Osservatorio navale di Washington, potei solamente sapere che a S. Salvador accaddero forti scosse dal 4 al 10 marzo. Il *Times* recava che le scosse cominciarono l' 8 marzo. Forse l' eco al terremoto d' America fu in Italia continuo fino al 12 marzo e dopo il 12? Il famoso terremoto di Lisbona dell' 1 novembre 1755 ebbe un' eco alle Antille.

IX. — Di alcune circostanze e fenomeni che accompagnarono il terremoto.

I. *Pressione atmosferica.* Dal bollettino del P. Secchi si apprende che nei primi giorni del marzo due lontane burrasche attraversarono l' Irlanda e i Paesi Bassi, ed una infierì nel canale di Otranto. Il 6 una nuova depressione barometrica compariva a Greencastle, e l' 8 dileguavasi al Nord della Scozia. Il 10 una forte depressione manifestavasi al Nord-Ovest dell' Europa: il 12 una burrasca veniva dalle regioni nordiche verso il SE di Europa: ma giunta alla grande barriera Alpina dividevasi in due, andando da un lato verso la Russia, e dall' altro verso SSW alle coste della Guascogna.

Il girare di quelle burrasche portava il 12 e il 13 marzo una generale diminuzione di pressione in tutta Europa. Ciò si rileva dai due dispacci meteorologici di Parigi e di Vienna ricevuti all' ufficio centrale di Firenze dal Direttore prof. Donati, che con somma cortesia me li comunicava.

Telegramma di Parigi (13 marzo, 1 ora pom.).

« Maximum de baisse dans le golfe de Lyon. Les mauvais temps commencent sur les côtes de Provence, et s'étendent vers le Golfe de Gênes et l'Italie. »

Baromètre.

Limoges	745	mm.	Scilly	751	mm.
Cette	46	»	Skudersnaes	51	»
Christiansund	50	»	Florence	52	»
Greenwich	50	»	Moscou	52	»
Le Helder	50	»	Hernosund	56	»
Groningue	50	»	Alger, Naples	57	»
Brest	51	»	Bone	59	»
Cherbourg	51	»	Haparnada	59	»

Telegramma di Vienna (13 marzo, 1 ora pom.).

« Barometro abbassato 1^{mm} S., salito 4^{mm} NE: generalmente

sotto normale fra 12^{mm} Vienna, 5^{mm} Lesina. Vento SE, debole, moderato. Adriatico leggermente agitato. Nuvoloso. »

L' Italia partecipava allo stato generale dell' atmosfera in Europa: e dall' Alpi sino a Roma fu ben sensibile l' abbassamento barometrico continuato sino al giorno 13. Solamente ho saputo di un piccolo alzamento di 0^{mm},31 a Venezia dalle 6 ore pom. alle 9 ore pom. del 12. Ecco alcuni dati favoritimi dall' astronomo Donati:

Osservazioni a ore 8 antimeridiane.

STAZIONI	Barometro a 0° e al mare			Temperatura			Vento		
	11	12	13	11	12	13	11	12	13
Aosta . . .	756, 0	752, 5	749, 5	+ 5	+ 4	+ 4	SSE	E	N
Moncalieri	55, 1	51, 2	48, 8	7	6	8	NW	ENE	NE
Rimini . .	54, 2	51, 2	50, 0	12	12	13	S	S	S
Firenze . .	56, 9	54, 4	51, 0	10	12	14	Calma	SW	SW
Urbino . .	56, 2	55, 9	51, 7	11	10	10	SW	SW	S
Ancona . .	54, 0	51, 0	51, 0	12	13	14	S	SW	NE
Camerino.	58, 6	56, 9	55, 0	10	8	10	S	SE	S
Roma . . .	59, 4	56, 1	55, 2	8	7,5	12	Calma	Calma	S

L' andamento decrescente della pressione si verifica esattamente in tutte otto le stazioni. Le tre medie generali dei tre giorni sono

756,3 . . . . 753,6 751,5

Il minimo assoluto fu da per tutto il 13 fra mezzogiorno e 6 ore pom.

Il terremoto adunque precorse di molte ore il minimo barometrico più profondo. Ma essendo pur venuto durante una generale diminuzione delle pressioni, non può non ricordarsi l' opinione di quelli che accordano qualche influenza alle variazioni del peso dell' atmosfera sull' equilibrio della scorza terrestre. Ma simili coincidenze non sono ancora ben studiate, nè compariscono abbastanza

costanti. Ora poi è troppo giusto che aspettiamo di vedere se i moti microscopici continui della superficie terrestre, attentamente osservati a Firenze dal P. Bertelli e a Livorno dal prof. Monte, concordano per avventura coi moti barometrici, almeno coi maggiori.

Il prof. Conti, che sappiamo quanto sia attento e sperimentato nell'osservazione dei terremoti mi scriveva da Cosenza: « Il Barometro in questa terra vulcanica, prima che avvenga una scossa, oscilla sensibilmente: e dopo avvenuta la scossa quasi sempre trovo una pressione straordinaria. È ciò che avviene quando vi è contrasto fra la corrente di N e di S. »

In Urbino il barometro, che era stato registrato pochi minuti prima del terremoto, osservato di nuovo cinque minuti dopo le scosse, non presentò alcuna variazione, neppure di un centesimo di millimetro.

II. *Magnetismo ed elettricità.* Il 9 marzo vi fu una fortissima perturbazione magnetica in tutti gli strumenti a Roma e a Greenwich, durante la quale vigorose correnti invasero le linee telegrafiche che congiungono Torino con Parigi (Boll. del P. Secchi). Esse certamente erano in qualche rapporto coll' aurora boreale che comparve la sera del 9 a Scilly, e colla luce aurorale vista da Volpeglino.

Il P. Denza scrive che le perturbazioni magnetiche furono frequenti nei giorni avanti il 12, ed egli pure conferma che furono specialmente intense le sere del 9 e del 10, ed estese a tutta Europa. Per Aosta è notata una forte variazione magnetica anche dal 10 al 15 (Boll. Alpino del P. Denza). Anche a Livorno vi furono notabili variazioni dopo il 9. A Genova il prof. Garibaldi notava forti perturbazioni del declinometro nei giorni 11, 12, 13, 14, e, ciò che più importa, le trovava maggiori il 12 a mezzodì. A Perugia il declinometro fu turbato il 12, e avanti e dopo. A Orvieto il prof. Chatel credette di notare delle agitazioni nell' ago della bussola il 12 a 6 ore pomeridiane.

A Fermo il prof. Ugolini notava oscillazioni straordinarie nell' ago d' inclinazione in quel medesimo giorno da 11 ore 1/2 ant. a 5 ore pom., dopo la quale ora cessò di osservare.

Oltre l'influenza dell'aurora di Scilly vi fu dunque una burrasca magnetica associata al terremoto.

Il prof. Donati mi favorì le osservazioni magnetiche fatte al declinometro sotterraneo del R. Osservatorio di Firenze le sere dei giorni 11, 12, 13 marzo a 9 ore pomeridiane. Ma niente in esse si scorge di straordinario.

Se gli osservatori avessero anticipato di un momento l'osservazione ordinaria delle 9 ore la sera del 12 marzo, avremmo potuto sapere se gli aghi presentivano il terremoto: ma tutti s'incontrarono a osservare gli apparati magnetici dopo turbati meccanicamente dalla scossa. A Milano però, posta sul limite della zona percossa, fu notato che i magnetometri nella loro violenta agitazione accennavano ancora una direzione media non diversa dall'ordinaria.

In quanto all'elettricità atmosferica, il P. Denza a Moncalieri notava che era stata piuttosto copiosa durante il giorno 12, ma era diminuita notevolmente verso la sera all'ora del tramonto. Così il Parnisetti in Alessandria aveva deboli i segni dell'elettricità in quella sera. Il Meneguzzi a Venezia aveva nella giornata debole ozono e debole elettricità, e a 9 ore aveva + 2° all'elettroscopio. Questi segni relativi all'elettricità nell'Italia superiore non danno indizio di straordinario eccitamento. Solo potrebbe alcuno riguardare come straordinari i lampi visti a Volpeglino il 6 e l'11, a Vigevano il 9, a Domodossola il 13.

Nell'Italia centrale, dove più forte colpiva il terremoto, avemmo qualche fenomeno elettrico la stessa sera del 12, che non dirò collegato col terremoto, ma sì certo con l'ora del terremoto.

Dopo ripetute dimande e questioni io ho dovuto con piena certezza accettare la testimonianza del sig. Antonini relativa a certi lampi visti dopo il terremoto dal paese di M. Fortino, vicino ad Amandola, tra Ascoli e Camerino. Il 21 marzo egli mi scriveva: « Il più importante fenomeno in quella notte fu la intensa elettricità, che a quando a quando si mostrò nell'atmosfera, la quale mi recò non lieve maraviglia, perchè la stagione è ancora veramente invernale. » Alle difficoltà che per due volte io opposi al detto sig. Antonini, egli rispondeva: « Quegli splendori, che io

vidi, non furono stelle cadenti, ma veri lampi, quali appunto si vedono sul nostro orizzonte in estate quando dopo calde giornate il cielo si rannuvola alla marina, e si accendono lampi senza rumore di tuoni. »

Da un' altra stazione situata per quelle parti, cioè da Penna S. Giovanni nella provincia di Macerata, un osservatore assai colto, il sig. Vincenzo Astorri, mi scriveva: « In prima noterò che da una parte del cielo si vide un color rosso sanguigno che precedè il fenomeno tellurico. Quel colore fu veduto da parecchi verso un' ora di notte (7 ore 1/4) sugli Appennini a ponente della Penna. Qualcuno che venne presso di me, faceva fretta per tornar via, perchè avendo sentito parlare di quel fenomeno voleva andare a vederlo. Pare ancora che qualche baleno precedesse immediatamente il terremoto: così fu visto a M. Giorgio da qualche persona che si trovava all' aperto. »

Da Sanginesio, che sta pure, come M. Fortino, tra Camerino ed Ascoli, alcuno vide « dalla parte di Morello (paese di poche case abbattute dal terremoto) al momento del fenomeno una colonna di fuoco, o come uno scoppio di luce elettrica, che dalla terra si innalzò e sparve nell' atmosfera. » (Relaz. del Sindaco).

Tutti questi fatti stanno per me a comprovare unicamente la reale apparizione d' intensi lampi (o di getti aurorali locali?) forse al disopra di quella stessa regione, ove più forte fu il terremoto: i quali lampi fanno testimonianza di un aumento e di squilibrio dell' elettricità atmosferica.

« La somma delle istorie dei terremoti, scriveva il P. Beccaria, ne mostra che moltissimi de' terremoti più furiosi sono immediatamente o preceduti od accompagnati, od anche seguiti da lampi, tuoni, fulmini ed altri siffatti fenomeni, che si sa pure provenire dallo sbilanciamento del fuoco elettrico. » (*Dell' elettricità terrestre atmosferica,* lett. 1ª § 42.).

L' illustre Quetelet, nel parlare dei rari terremoti del Belgio, dice che generalmente sono un prolungamento di scosse prodotte al di fuori di quel regno: ma pure aggiunge: « il fenomeno è stato accompagnato ogni volta da forti commozioni elettriche. » (*Météor. de la Belgique comparée à celle du globe:* pag. 422.). Altre osserva-

zioni somiglianti potrei citare. Intanto nel medesimo senso parlano le seguenti.

III. *Perturbazione elettrica nelle linee telegrafiche.* Da una lettera dell' Ing. Lucio Fellini di Savignano ho saputo il seguente fatto. Il telegrafista della stazione di Savignano (presso Rimini) era in comunicazione colla stazione di Cesena, e riceveva l' avviso della partenza del treno: quando ad un tratto fu sorpreso da perturbazioni che avvenivano nel regolare andamento del telegramma. Poi, circa 2" dopo, successe ivi la scossa.

Sospettando io di correnti accidentali arrivate in quel punto alla stazione di Savignano, invitai quell' impiegato ad esaminare il fenomeno sotto tutti gli aspetti possibili, per vedere se veramente dovevasi escludere l' effetto di semplici disturbi meccanici. L' impiegato, che è bene istruito e sagace, nettamente ha risposto « che le perturbazioni erano della corrente: che forse nuove correnti telluriche erano entrate nel filo: che per causa delle medesime, prima della scossa della terra, la macchina dette quel suo scroscio particolare, che egli aveva notato altre volte in occasione di terremoti, anche quando la macchina non lavorava per telegrammi: che tale perturbazione fu accompagnata dall' agitazione orizzontale dell' ago dal galvanometro, proprio nell' istesso modo che nasce quando restringesi il circuito telegrafico tra due stazioni, per ottenere maggiore potenza nella trasmissione, per cui la stazione vicina è messa a terra. » Similmente da Matelica il conte Filippo De Sanctis mi riferiva che l' impiegato del telegrafo aveva notato sulle 6 ore pom. di quel giorno che l' ancora era leggermente attratta, e il galvanometro dell' Ufficio (a 32 giri) segnava 5°, 5.

Dopo ciò io reputo non improbabile l' esistenza di una corrente telluro-elettrica foriera del terremoto: e ora mi risovviene di altri fatti somiglianti che qui voglio dire, perchè forse non conosciuti o non abbastanza meditati, i quali uniti ai precedenti finiscono di persuadermi che un' onda elettrica corre innanzi per la terra, annunziatrice di già incaminati scotimenti.

Dal qual fatto viene un utile consiglio, specialmente agl' impiegati dei telegrafi, che darò nell' ultimo capitolo.

IV. *Ricordo di altri fatti elettrici precursori dei terremoti.* Ecco,

come ho detto qui sopra, alcune osservazioni forse non mai pubblicate, che trovo nella mia antica corrispondenza epistolare con un illustre fisico Napoletano, il P. Raffaele Dal Verme, mio confratello ed amico. Il 13 settembre 1851 egli mi scriveva da Napoli: « Il 14 agosto noi abbiamo sentito qui in Napoli, per comunicazione di movimento, due scosse fortissime. Il centro fu nella Basilicata dove Melfi e Barile sono stati distrutti colla morte di circa tremila persone. Quei paesi sono alle falde del Vulture, antico vulcano estinto, nel cui cratere trovasi un lago. In questo incontro mi è succeduto un fatto, di cui darò conto alla nostra Accademia. Da un anno e mezzo io esperimento sulla intensità delle correnti magneto-telluriche, per il qual fine ho montato una spira di rame a grosso filo (2^{mm}, 5 di diametro, lungo 55 metri, in 25 giri) con un galvanometro di quantità. Alle 12 ore merid., cioè più di due ore innanzi alla prima scossa, l' ago del galvanometro erasi deviato di due gradi. Non possiamo dire che l' effetto derivasse da un' azione sugli aghi del galvanometro, mentre, essendo astatici, l' influenza ricevuta resterebbe neutralizzata. Le circostanze meteorologiche erano le stesse dei giorni antecedenti. Perciò sono indotto ad ammettere l' azione elettrica dell' imponderabile, che accumulato alla sfera dell' apparecchio ha agito sulla spira di rame. Il qual fatto è unisono a quello già conosciuto dell' azione dei terremoti sull' ago magnetico. »

Altre eguali osservazioni, fatte ancora dal prof. Paci, mi descriveva il detto P. Dal Verme in una lettera del 22 dicembre 1851. « Prima che succedesse il detto terremoto dicono che un agrimensore, che misurava sul Vulture, notasse forti deviazioni nell' ago della bussola. Il prof. Paci, uno degli spediti da questo nostro Governo per l' osservazione di quelle contrade, mi assicura che l' atmosfera si presentava quasi costantemente elettro-positiva a molta tensione: che l' intensità magnetica del luogo stesso è stata soggetta a continue perturbazioni alle volte molto fra loro diverse: che vi furono ancora variazioni nelle correnti indotte dal magnetismo terrestre: il qual fatto l' istesso prof. Paci verificò sul luogo, avendogli io detto quanto da me era stato osservato il 14 agosto. »

L' istesso P. Dal Verme mi narrò come il 15 agosto una gragnuola sterminatrice devastò tutte le contrade scosse il giorno innanzi tanto violentemente dai terremoti. (*Dopo il nostro terremoto del 12 marzo, la gragnuola ha battuto Spoleto.* Relaz. del prof. A. Ricci).

In alcune note che presi sul gran terremoto di Assisi dell' 11 febbraio 1854 (6 ore ant.), preceduto da altri minori, trovo questa singolare osservazione: « L' atmosfera dalla parte d' onde venivano quei piccoli terremoti era tinta di un azzurro quasi plumbeo: e da molti si asserisce che nella medesima direzione alla notte *si sono osservati spessi lampi.* »

Giova qui pure ricordare che, per quanto riferisce Humboldt, nei lunghi terremoti delle vallate piemontesi di Pelis e di Cluson furono parimenti osservate notabili variazioni nello stato elettrico dell' atmosfera. (Vedi anche sopra *Magnetismo ed elettricità* al § II.)

V. *Condizioni del vento e delle nubi.* Humboldt scriveva che « nei paesi ove i terremoti sono più rari si crede generalmente, per una induzione incompleta, che la calma dell' atmosfera, un calore soffocante, un orizzonte carico di vapori siano forieri del terremoto: ma tutto ciò è contraddetto dall' esperienza, e anche in Italia si comincia a riconoscere quanto poco i terremoti dipendono dai fenomeni meteorologici e dallo stato del cielo. »

Ma poi aggiunge: « Non bisogna però rigettare con disprezzo certe credenze popolari, per la ragione che attualmente non sappiamo quali rapporti possano esistere tra i fenomeni meteorologici ed i fenomeni sotterranei. »

Questa discreta concessione e quella risoluta sentenza di Humboldt non debbono nè troppo lusingarci sul valore dei dati meteorologici, nè distoglierci dal dovere di citarli fedelmente tutti. Perciò, senza preoccupazioni teoriche, ai molti fatti citati aggiungo:

Qui in Urbino a 9 ore precise il vento era debole SSW: subito dopo il terremoto divenne fortissimo. Cotale repentina variazione fece dire a taluno che ormai potevasi stare tranquilli, perchè anche il vento avea ripreso il suo corso! Anche a Pennabilli fu notato che il vento fortissimo che soffiava quella sera si era quietato prima del terremoto, e poi dopo di nuovo riprese la sua

forza. A Cagli il prof. Mei segnalava pure la cessazione del vento avvenuta alcun tempo prima delle scosse, e notava pure (com' egli dice) una alata di aria caldissima levatasi nel tempo del terremoto e proveniente da una foce appennina dal lato di SSW. Così da Cingoli il conte G. Castiglioni scrive che 30′ avanti il fenomeno, ora nella quale aveva cessato di soffiare un forte vento da SW, veniva notata un' aria pesante e quasi irrespirabile. Dalla vicina città di S. Angelo in Vado il prof. Antonini mi scrive che ivi l' atmosfera era quieta e l' aria molto calda. Da Fermo il prof. Ugolini scrive: « verso 24 ore notai con alcuni amici nell' atmosfera quel colore e *quel che di speciale* che suol dirsi *aria da terremoti.* » È un fatto adunque che per qualche stazione centrale abbiamo il fenomeno d' una calma straordinaria dell' atmosfera nell' ora del terremoto, e l' altro del ridestarsi del vento dopo passato il terremoto. Il prof. De Giorgi una volta mi scrisse, intorno ai terremoti di Ragusa da lui stesso osservati, che « dopo i sussulti del suolo scoppiava violentissimo un vento boreale, e nell' istesso punto sentivansi ululare i cani e cantare a tutta gola i galli. »

Ma il quietarsi del vento all' ora delle scosse non avvenne per tutto, anzi sarà forse stato in pochissimi luoghi. Il march. Gualterio da Bagnorea scriveva che il vento seguitava tanto a fischiare, che forse fu la cagione che ei non sentisse la romba.

Da Cosenza il prof. Conti scrive: « Tra i fenomeni straordinari per noi è stato un numero di cirro-strati color cinereo, che comparvero fra N e SE, ai quali i nostri contadini addebitano un prossimo terremoto. »

Da Macerata il prof. Giuliani scrive: « Si osservò una leggiera nube colorata, nei colori della quale prevaleva il rosso sanguigno; e questa nube rapidamente si mosse come un lampo dinanzi alla luna. Questo fenomeno è stato osservato da moltissime persone, fra le quali un mio figlio alunno in questo Istituto Tecnico: e fu circa due minuti prima del terremoto. » Quest' osservazione si collega forse colle apparizioni luminose di cui è discorso al § II del presente capitolo. A me richiama alla mente qualche straordinaria comparsa di grosse stelle cadenti osservate poco prima dei terremoti, e la corrente elettrica che una volta si destò nel filo di que-

sto ufficio telegrafico di Urbino al passare d' una stella molto luminosa. Son tutti fatti che bisogna fedelmente registrare, senza pretesa alcuna di collegarli colla causa delle terrestri oscillazioni.

Infine debbo pur registrare che nei giorni prossimi al 12 e forse l' istesso giorno 12, io avevo qui notato il fenomeno, ormai trovato non raro, della *caligine secca*, che stendesi come un velo dinanzi alle circostanti montagne, e comparisce più densa alle maggiori distanze. Ma io non presi nota precisa del fatto. Ho quindi veduto che il prof. Bellucci fece con esattezza questa stessa osservazione da Perugia, e la descrive coi termini seguenti: « Generalmente si è segnalata nella maggior parte dei luoghi scossi dal terremoto l' esistenza di una caligine nei giorni precedenti il 12 marzo. Cotesta caligine esisteva di fatto e fu anche da me notata. Io però non credo che essa avesse alcun rapporto coll' agitarsi del suolo. Dal giorno 7 al 19 marzo la caligine fu persistente a Perugia. L' acqua di pioggia conteneva sempre della sabbia, non però in gran quantità. Nei giorni di vento fortissimo, ma segnatamente in quelli dall' 11 al 15, la materia terrosa tenuissima si depositava a secco sugli oggetti. »

VI. *Romba.* — La Romba, o qual tuono sotterraneo, o qual rumore nell' aria, somigliante a quello del vento o della tempesta, fu sentita per molte parti, e precisamente nella linea da Velletri a Firenze, da Teramo a Urbino, da Zara a Grubhof.

In quanto alla sua provenienza o al suo andamento, troviamo, soltanto nei documenti, che a

Velletri — parve allontanarsi nella direzione di W;

Sanginesio — parve venire, come cupa detonazione, dalla parte di NW trenta minuti primi avanti il terremoto, e poi di nuovo col terremoto;

Penna S. Giovanni — veniva da NNW;

Ancona — veniva da W;

Urbino — veniva da N o NE;

Grubhof — veniva da SW.

Queste direzioni non hanno un legame visibile. Forse ambedue i terremoti ebbero la loro romba propria; e dove l' una, dove l' altra si sarà sentita o avrà prevalso.

Di più è da notare che in parecchi luoghi la romba (detta molto bene da alcuni anche *urlo*) sembrò venire o slontanarsi *per aria,* come fu a Sora, Orvieto, Foligno, Città di Castello, Ancona, Urbino: e in altri luoghi non lontani dai precedenti, o anche posti in mezzo ai medesimi, il rombo sembrò levarsi di sotterra, come fu a Velletri, Fabriano, Cagli, Fiume. A Zara e a Civitanova fu assomigliato al rumore di pesante carro tirato velocemente per le strade.

Volendo un momento esaminare questo fenomeno, che è sempre molto curioso, facilmente si troverà che esso importa una di queste due cose: o nell' aria si produce all' ora del terremoto un' alta concussione e quasi un tuono, che verrà dall' aria stessa e non dalla terra; o quel fragore sarà l' effetto di tuoni sotterranei o degli stessi moti sismici della terra.

Niuno vorrà abbracciare, io credo, la prima ipotesi, perchè le alterazioni che potessero ammettersi nell' atmosfera non sarebbero mai così grandi e spiccate da corrispondere a subitanei e come fulminei scoppi capaci di vere detonazioni. Tutto il fenomeno adunque potrà unicamente consistere:

1° nelle vibrazioni sonore nate in qualche grande profondità e trasmesse per la scorza terrestre;

2° nelle vibrazioni sonore da esse eccitate nell' aria, ossia nei suoni terrestri trasmessi per l' aria;

3° nel romorìo e frastuono prodotto da tutto l' insieme dei sismici movimenti.

Di queste tre specie di suoni, il primo sarà il più veloce ed intenso, perchè nato e propagato in solide materie. Esso solamente può costituire il rombo precursore, perchè i suoni trasmessi e propagati per l' aria corrono meno veloci che l' onde stesse di scotimento nella scorza terrestre. Io credo adunque che vi sia illusione quando si giudica venuto per l' aria l' urlo o il boato foriero del terremoto.

Di più l' ultimo terremoto ha ben dimostrato che le prime vibrazioni sonore, salite dalle viscere del globo alla superficie, si tramutano o si accompagnano coi fitti e concitati tremori delle invetriate, che cominciano irrequiete a cantare prima che il terremoto

arrivi, come è accaduto a Civitanova e qui in Urbino per la seconda volta; tanto che si sta incerti a che debbasi attribuire quel subito e crescente romorio. Forse dei minimi impercettibili tremiti arrivano più presto degli altri alla superficie? Forse si accumulano essi e si sommano fino ad indurre nei vetri una larga e sensibile vibrazione? Un fenomeno di questa natura in proporzioni molto maggiori mi pare quello osservato dal prof. Conti nel grande terremoto di Cosenza del 4 ottobre, quando « il rombo precursore lunghissimo e vibrato si annunciò come carro pesante, che passa sui tetti, e chiuse le imposte, e altre ne aprì, e diede tempo di salvar la vita a moltissimi, pria che quel grido unanime d' angoscia uscisse: *Il terremoto.* »

VII. *Eruzioni fangose presso S. Paolo di Jesi.* A SW di Jesi è un piccolo paese denominato S. Paolo, distante da Jesi circa 11 chilometri: e più lontano, a circa 200 metri da S. Paolo, è un terreno tutto umido e fangoso al quale la gente dà il nome di *bagno,* e più lungi ancora vi è un altro *bagno* somigliante, che però è meno accessibile e meno osservato. Il primo più vicino a S. Paolo lo dirò qui *bagno primo,* e l' altro *bagno secondo.* Da ciò che passo a riferire pare che siano essi due singolari vulcanetti di fango, non ancora forse studiati dai geologi: ma, qualunque sia il loro vero carattere, saranno sempre degni d' attenzione i fenomeni che ora dirò, e che seppi dalla somma cortesia del pievano di quel luogo, che è il Sac. Luigi Belardinelli. Ecco in prima qualche notizia sullo stato di quei fanghi.

Bagno primo. La sua terra fangosa è di color cenere diversa dalla circostante. Provando a introdurvi delle pertiche molto lunghe, non s' incontra resistenza neppure a una diecina di metri di profondità. La sua estensione è di 8 a 10 metri quadrati. L' acqua che inzuppa quella terra non è salata, e vi è sopra una bella vegetazione di erbe palustri, dette piantanelle, sgarza silvestre, canneggia, giunchi. All' intorno si sente qualche volta un lieve odore di zolfo. Un continuo e segreto lavorio, ora più vivace, ed ora insensibile, agita quella melma; perchè ora vi si producono qua e là dei cavi che durano un certo tempo e poi si riempiono, ed ora la melma cresce e si versa all' intorno, e spesso è ringoiata: e le

piccole innocenti eruzioni ora si fanno in un punto, ora in un altro. I contadini del luogo quando vedono il bagno rianimarsi e crescere dopo lunga siccità, ne prendono augurio di vicina pioggia.

Bagno secondo. Ha tutti i caratteri del primo: solo dà terra argillosa e arenosa, spesso qualche bolla di gas, e non vi nascono piante.

Ora ecco ciò che fu osservato all' epoca del terremoto nel bagno primo. Dall' 1 al 12 marzo la sua eruzione fangosa fu piuttosto straordinaria per quantità di materia e fu continua: cioè fu un crescere costante e progressivo, specialmente in larghezza, di quelle materie, che salivano senza posa e si spandevano intorno. Si sarebbe detto che una forza sotterranea non cessava di spingere dal basso all' alto tutta la colonna fangosa del pozzo. Intanto quella bianchiccia poltiglia vista da lontano dava immagine d' una distesa di panni di bucato, e fu così che alcuni vi misero speciale attenzione, ricercando con gran maraviglia come mai le lavandaie avessero stesi i panni appunto là sopra i bagni.

Ebbene, nella notte dal 12 al 13 la copiosa e inusitata eruzione finì a un tratto come per incanto; anzi la più parte delle terre eruttate furono ringhiottite. La mattina del 13 tutti restarono sorpresi che il bagno fosse tornato così subito alle sue condizioni più tranquille e normali; e per tutto se ne parlò come di un fenomeno molto curioso apparentemente collegato colle scosse della sera innanzi. L' altro bagno aveva pur esso dato molta materia; ma non si è ben certi se in quella notte subisse egli pure una crisi; solo si è visto e si vede ancora che non ha richiamata indietro e ringoiata la terra eruttata.

Il subito fermarsi di quelle emissioni, e la loro ricaduta nell' interno dei loro pozzi, sono fenomeni assai somiglianti a quelli spesso offerti nei terremoti dalle sorgenti, e certamente dovuti a nuove aperture o comunicazioni nate per caso sotterra. Quindi a mio giudizio non è questa la parte più curiosa e significante del descritto fenomeno. A me invece fa specie quel crescere incessante delle eruzioni per sì lungo tempo fino al giorno del terremoto, sembrando che una forza sotterranea spingesse e gonfiasse di continuo, quasi preparandosi per gradi a vincere in qualche parte la

salda compagine dei sovrastanti terreni. Però, se è vera l' osservazione di quei paesani che il bagno si rianima prima del guastarsi del tempo, potrebbe alcuno attribuire le sue ultime eruzioni all' abbassamento barometrico che ebbe luogo in quei giorni. Ma questa spiegazione non sarebbe davvero sufficiente, perchè quell' abbassamento non fu poi grandissimo, e inoltre nei giorni precedenti, cioè verso il 4 e l' 8 di marzo, si era avuto forte aumento della pressione atmosferica. Resta adunque che i moti così prolungati e straordinari del bagno di S. Paolo dall' 1 al 12 marzo debbano attribuirsi a cause endogene. Ma quali saranno state queste cause? Avranno esse avuta relazione col terremoto? Queste dimande, che ora non potrebbero avere risposta adeguata, ci fanno desiderare nuove e moltiplicate osservazioni, che tutti vogliam sperare d' avere dall' egregio Sac. Belardinelli, il quale con grande diligenza e premura ebbe la bontà di fornirci le presenti notizie.

X. — *Effetti fisiologici prodotti dal terremoto, e presentimento degli animali.*

Da Velletri a Salisburgo (Grubhof) il terremoto eccitava qua e là vertigini e capogiri e disturbi di stomaco, come se veramente le terre ondeggiassero a guisa di un bastimento. In qualche luogo, alcuno sentì in sè stesso tali disturbi che aveano tutti i caratteri del vero mal di mare, senza essersi punto accorto del tremare od ondulare del suolo. Siffatte sensazioni furono particolarmente segnalate a Velletri, Valviscolo, Valmontone, Roma, Forlì, Bologna, Grubhof. In molti altri luoghi fu notata una certa alterazione nervosa, che alcuni dissero esaltazione, e la più parte prostrazione nervosa.

Più singolari e interessanti sono le osservazioni fatte sugli animali. Dietro l' esame di molti fatti ho dovuto io stesso, quasi mio malgrado, convincermi che v' ha negli animali un senso tutto particolare del terremoto; con che voglio dire che certi invisibili e sconosciuti effetti (che penso possano essere di natura elettrica) associati più spesso al terremoto, gli animali li sentono, e noi no. Ecco in prima il più bello e significante fatto che abbia conosciuto tra i molti che in questa circostanza ho avuto occasione di esaminare. Esso fu notato e diligentemente studiato dal prof. Ernesto

Antonini a S. Angelo in Vado; e poichè egli è molto chiaro e bravo cultore delle scienze naturali, ho creduto di fare un bel regalo ai miei lettori, pregando lui stesso di farmi la descrizione del fenomeno, e riportandola qui alla lettera.

« La sera del 12 marzo (scrive egli) io mi trovava nel mio studio scrivendo certe osservazioni per il prof. Fabbri di Bologna, quando mi sentii ad un tratto scosso da un urto di terremoto, che mi guastò la parola, al quale tenne dietro un altro urto più forte e di più lunga durata. Circondato com' io era da un silenzio sepolcrale, mi parve poco prima delle scosse di sentire un sibilo; cosa che io non posso bene accertare, perchè, intento com' era al mio lavoro, non badai cosa fosse e d' onde venisse: ma in seguito delle scosse sentii marcatamente questo sibilo per due volte, ben distinto dallo stridore dei cristalli del mio gabinetto e dal rumore dei vasellami del mio laboratorio. Non conoscendo la causa di simil voce, mi feci ad indagarla, e conobbi che veniva da una scatola a me prossima, ove da più di un anno tengo imprigionato un *orbettino* (*anguis fragilis*). Scoperchiai la scatola: vidi che il mio animale si era destato, e dimenava lentamente il suo capo, e vibrava di tratto in tratto la lingua; e distesa la sua ciambella ripetè più fiocamente il sibilo.

» Soddisfatta la mia curiosità, lo lasciai in pace. Solo il giorno appresso lo rivisitai, e trovai che il povero rettile si era di nuovo inciambellato, ed era ricaduto nel suo letargico sonno.

» Un dilettante piglia-rettili mi regalò in vari tempi tre *orbettini*, presi nelle campagne del nostro territorio, e specialmente nei prati di *Selva-nera*. Io non aveva mai inteso da loro alcuna voce. »

Appena informato di questa curiosa osservazione mi detti premura d' invitare il prof. Antonini a studiare e sperimentare se per caso quel destarsi e sibilare e dimenarsi e stendersi del suo orbettino fosse stato cagionato dagli impulsi puramente meccanici del terremoto. Egli soddisfece alla mia richiesta prontamente e molto bene, nel modo che ora passo a dire, riferendo al solito la sua stessa molto graziosa descrizione.

« Presi la piccola scatola ove tengo in prigione l' orbettino, la posi sopra un tavolo, e, scoperchiatala, mi misi a cullare il tavolo,

mandandolo per ogni verso; ma l' orbettino non si scosse, nè sibilò. Quindi la posi sopra un elastico pavimento, e mi misi, in compagnia dei miei ragazzi, a fare l' altalena, affinchè il pavimento oscillasse: e difatti tutto si ottenne regolarmente; ma l' orbettino nè si scosse, nè sibilò. In ultimo collocai la scatola sopra un largo tavolo, e mi feci ad urtarlo improvvisamente con scosse violente: solo l' orbettino fece un piccolo movimento col capo da sinistra a destra; nè si mosse, nè sibilò. Ho ripetuto per qualche giorno tali prove, ma sempre cogli stessi risultati.

» Alla fine mi venne l' idea di fare un' altra prova. Avevo in pronto una piccola macchina elettrica d' induzione: caricata la sua pila col bisolfato di mercurio, applicai i due poli, uno sul dorso dell' orbettino e l' altro alla coda. Allora il povero animale si scosse violentemente, e mandò un soffio, allungando la sua biforcuta lingua, tantochè io credetti d' averlo ucciso. Rifeci la prova, ma conobbi che il poveretto soffriva molto; perciò tralasciai, volendolo serbare per altre mie speciali osservazioni. »

Ognun vede che l' osservazione del prof. Antonini è ben condotta ed oltremodo significante. Ora a proposito di simili fatti facilmente si ricorda e si ripete quella spiegazione di Humboldt: « La terra trema: è un momento che sembra contraddire l' esperienza di tutta la vita, togliendoci l' innata fiducia nella stabilità del suolo. Pare che una potenza sconosciuta subitamente si riveli; che la calma della natura sia dunque stata un' illusione: e noi ci sentiamo come violentemente gettati in un caos di forze distruttive. Allora ogni rumore, ogni soffio d' aria eccita l' attenzione; e soprattutto si diffida della terra su cui si cammina. Gli animali, massime i porci e i cani, provano quest' angoscia: i coccodrilli dell' Orenoco, d' ordinario tanto muti quanto le nostre piccole lucerte, fuggono l' oscillante letto del fiume e corrono verso la foresta ruggendo. » Così l' orbettino sarebbe corso fuori del suo letto sibilando. Ma la spiegazione di Humboldt non è sufficiente per questo caso: essendo che l' angoscia per l' instabile suo letto non potea l' orbettino provarla stando in sonno letargico, e di più l' avrebbe dimostrata eguale, o anzi maggiore, quando il prof. Antonini scoteva colle sue mani la scatola, o quando urtava il tavolo, o quando

facendo co' suoi figli l' altalena su instabil pavimento, si procurava un artificiale terremoto. Adunque è da dire che qualche influenza, da noi non avvertita, sopravviene alla superficie della terra nei luoghi delle scosse coll' appressarsi e col giungere delle medesime: la quale influenza fa fuggire spaventati i coccodrilli dal letto dei fiumi, e fa che l' *anguis fragilis,* se dorme, chiuso in una scatola, si desti, si stenda, scuota il capo, vibri la lingua e, fuori del suo uso, sia costretto a sibilare.

La stessa influenza fu sentita molto fortemente nell' ultimo terremoto, prima delle oscillazioni del suolo, dai cani, dai polli, dai gatti e da altri animali. A Querceta, presso Serravezza in Toscana, un tal Giannarelli sente fuori il suo cane abbaiare tutto infuriato: pensa che siano i ladri: prende il fucile, corre alla finestra, la apre, guarda, e allora sente il terremoto. Una famiglia di contadini, qui nell' Urbinate, sente all' improvviso un gran tramestìo e gridìo dei polli: scendono precipitosi a pian terreno per sorprendere i ladri: trovano il pollaio vuoto, e in quel punto arriva il terremoto. Così di Camerino racconta il prof. Casali che gli animali, e specialmente le galline, hanno presentito il fenomeno ed hanno fatto molto schiamazzo qualche secondo prima, tanto che una famiglia di contadini, credendo che dei ladri si fossero introdotti nel pollaio, è uscita tutta di casa per impedire il supposto furto, e tosto la casa è caduta. Di Fabriano, scrive il sig. Aurelio Zonghi, che, nella campagna pare che gli animali presentissero la terribile scossa molto prima, almeno 15 o 20 minuti: e cessata rimasero inquieti almeno per più di un' ora. A Nazzano (De Rossi: memoria 2ª) pochi minuti prima del terremoto un gatto si diè in una casa a fare tali stravaganze, massime saltando, da mettere paura a tutti, finchè trovata una finestra aperta, saltò dalla medesima precipitandosi nella strada, e poi fuggendo per la campagna. A Viterbo (De Rossi: memoria 2ª) alcune oche, che, essendo chiuse non poterono fuggire come fecero tutte le galline, furono sentite gridare in un modo nuovo, che parevano cani; e poi furono trovate distese ad ali aperte sul suolo così immobili, che per lungo tempo furono credute morte. A Pennabilli fu notato il lamentarsi straziante dei polli; a Livorno l' agitarsi straordinario di alcuni pappagalli; nella campagna di S. Ma-

rino galline e asini uscirono all' aperto mettendo voci di spavento: a Civitanova, qualcuno notò un forte latrare dei cani un' ora e mezza prima del fenomeno: a S. Angelo in Vado i polli del prof. Antonini usciti furiosamente dal pollaio andarono a porsi in salvo sopra un albero: anche a M. Rotondo i polli fuggirono dal pollaio e gli uccelli caddero nelle gabbie (De Rossi: memoria 2ª); in Offida (mandamento di Ascoli) il sig. Piccinini (fratello del geologo che sta in Pergola) sentì fortemente svolazzare molti fringuelli nelle gabbie, almeno un minuto primo innanzi le scosse, e corse a vedere cos' era; presso Cartoceto alcuni polli usciti in fretta dal pollaio presero la via del fiume (Metauro), e furon trovati la mattina appresso sull' opposta riva. Il Conte Marcolini, che racconta quest' ultimo fatto, aggiunge: Mi vien riferito che sul lido del mare si trovarono molti pesci, in ispecie di quelli volgarmente chiamati *cannelli,* il che proverebbe che anche nel fondo del mare siasi avvertito il fenomeno. Così pure avvenne nel 1838 (V. docum. per Cartoceto). Simili a questi sono molti altri fatti che vennero raccontati, e sopratutto il fuggire dei polli dai pollai avvenne in gran numero di luoghi, e *fu assolutamente un segno precursore delle scosse.* (Che fortuna se almeno nei casi più gravi, i polli e le oche sapessero darci a tempo il segnale di allarme!)

Altre buone e assennate osservazioni mi favoriva su questo punto il prof. G. Barbieri da Viterbo.

« Due giovani animali, un cane ed un gatto, che per ragione della lunga convivenza non sono tra loro nemici, ma anzi scherzano sempre insieme, erano tutti e due in una camera, forse intenti a giocare insieme. All' atto della scossa fuggirono atterriti in cucina, e con tal precipizio che la mia domestica attribuì la scossa alla corsa di questi animali. Non pare da ciò che essi abbiano cominciato a fuggire alcuni secondi prima delle scosse? Del resto il cane non mandò alcun gemito: ma sempre udii gemere e lamentarsi cupamente un altro cagnuolo mio assai sensibile e delicato di razza anglo-spagnuola, che avevo in Cesena dal 1862 al 1867, quando il terremoto avveniva. Ricordo che un pomeriggio di estate di uno di quegli anni fui sorpreso nel veder alzarsi a volo dai tetti stormi di passeri e di colombi, e girare per l' aria a larghe

spire, quando pochi secondi dopo una forte scossa di terremoto si fece sentire.

Su questi fatti lo stesso dott. Barbieri mi scrisse le seguenti considerazioni:

« Quale sarà mai la causa fisica di questa previsione negli animali? Forse sbilanci elettrici? O una sensibilità tale da avvertire il moto prima di noi? Se qualche rapporto esistesse tra le scosse di terremoto e gli sbilanci elettrici, la previsione degli animali sarebbe forse d' attribuirsi a quella stessa causa che fa variare il loro carattere morale (se così può dirsi) all' avvicinarsi degli uragani. Però resterebbe sempre a spiegarsi perchè nello sbilancio elettrico del terremoto gli animali danno dei segni manifesti di terrore, e invece danno segni di pazza gioia in quelli che precedono un temporale. Anche su ciò io ho fatto un' osservazione, che credo esatta, ma inesplicabile. I ruminanti nostri domestici all' avvicinarsi del temporale diventano tristi, melanconici, e vanno alzando la testa al vento come per conoscere l' intensità, la durata e la direzione dell' uragano che minaccia. Invece i gatti ed anche i cani, massime se giovani, si danno ad una somma allegria, e fanno salti e corse, come si allietassero della prossima bufera. Perchè questa differenza? »

Se bene si considerano tutti i fatti qui sopra descritti, facilmente si vede che bisogna convenire nei punti seguenti:

1° All' avvicinarsi del terremoto deve esserci spesso alla superficie terrestre o nell' aria qualche grande alterazione di sostanze o di forze, che non sapremmo noi dire quali siano;

2° Cotale alterazione deve essere sentita profondamente e con pena da diversi animali;

3° Da quella stessa alterazione a noi sconosciuta nella sua essenza e ne' suoi caratteri deve dipendere il disturbo e il malessere fisico di tutte le più sensitive persone, che comunemente diciamo *molto nervose*.

Qui in Urbino la signora Giulia Donnini, moglie di un farmacista, dopo lo spavento provato in un terremoto, 8 anni fa, ha acquistato tanta sensibilità per questo fenomeno, o piuttosto (secondo che ho detto qui sopra) per le infinite azioni che lo pre-

cedono e l'accompagnano, che qualche secondo prima delle scosse ella non si regge più in piedi, e tutt' insieme provando oppressione di respiro, calore alla testa, offuscamento della vista, cade svenuta. Per esempio, essa non sentì veramente il terremoto del 12 marzo, perchè pochi secondi innanzi era caduta in profondo deliquio; e già quella sera sentiva un certo mal essere di cui non sapea rendersi ragione, da circa due ore: ma, rinvenuta dal deliquio, si trovò così libera da quella prima indisposizione, che assicurava gli altri che non sarebbero venute altre scosse.

È da notarsi che questa signora è giovane robustissima, e di nulla paurosa e neppur del terremoto: nè quella sua alterazione può attribuirsi in alcun modo al pensiero o alla sensazione del medesimo: perchè ho conosciuto io stesso nel dimandarla di queste notizie che essa parla del fenomeno con franca e perfetta disinvoltura, e d' altro canto, com' essa dice e come anche gli altri testimoniano, il suo svenimento non segue ma precede le scosse: ed essa dice: « Oh Dio, mi sento venir meno! » e non già: « Oh Dio il terremoto! » E in otto anni non ha avuto deliquî per nessun' altra causa.

Qualche cosa di somigliante avveniva una volta a un mio collega, ora professore in questo Liceo di Urbino, durante i temporali: cioè poco prima dello scoppiare dei fulmini egli sentivasi a un tratto una grande prostrazione di forze: e questo senso era fatto in lui così caratteristico e sicuro, che spesso diceva a' suoi vicini: « Attenti, che viene un lampo: » e il lampo veniva.

Ora, se nei terremoti vi è qualche azione elettrica, o nell' aria, o certamente sotterra, come per tanti fatti è dimostrato, possiamo a buon diritto ritenere che solo certi temperamenti con date predisposizioni, e certi animali ricevano sensibile eccitamento o scossa da quel modo di operare della elettricità atmosferica o tellurica, e perciò abbiano essi quel loro più squisito e prontissimo senso e presentimento del terremoto. Ma, comunque si passino le cose, il presentimento del fenomeno non deve essere altro che l' istesso senso dell' effetto invisibile e sconosciuto che accompagna le scosse: imperciocchè, tale effetto può ben correre e diffondersi per la terra e per l' aria più presto che i moti del terreno; e così la

sensazione del medesimo vale come presentimento delle scosse. In questo modo semplicissimo e piano e, posso anche dire, molto conforme alla ragione ed al fatto, io ammetto e spiego negli animali quella subitanea e tutta loro propria impressione, che dimostrano e prima e nel tempo del terremoto.

Ma, in quanto al presentimento inteso nel modo che ho detto, sarebbe un errore il credere che in tutti i terremoti abbia da esserci: perchè quel fenomeno invisibile e segreto, da cui esso dipende, talvolta può mancare, talvolta può essere contemporaneo alle scosse. Ma intanto, poichè molte volte ha luogo, ognun vede che bell' argomento di studio sarà questo, di ricercarne cioè le incognite cagioni, o almeno di vedere se realmente ed in qual modo l' elettricità dell' aria e della terra vi concorre. Un utile servigio possono prestare in questo studio gli uffici telegrafici: ad essi mi rivolgerò in uno dei capitoli seguenti, proponendo e raccomandando un facilissimo modo di osservare.

XI. — *Di alcune leggi relative agli effetti meccanici del terremoto.*

I. In questa circostanza è stata fatta da parecchi una buona e molto significante osservazione sulla posizione delle fessure e crepacce cagionate nei muri dal terremoto.

Qui in Urbino (e specialmente in questo Collegio Raffaello dov' è l' Osservatorio, e nell' antico Palazzo Ducale) le fessure maggiori si sono presentate nei muri, la cui direzione prossimamente cammina da SW a NE. Di più, molto bene si è riconosciuto che l' intonaco caduto da quelle fessure era stato messo per chiuderne delle altre più antiche, sicchè le nuove fessure non sono altro che le vecchie, le quali per un momento hanno allargato i loro labbri, e poi per buona fortuna si sono richiuse, quali più quali meno perfettamente.

A Norcia il prof. Colantoni notava il medesimo fatto (De Rossi: Memoria 2ª). Da Bagnorea il sig. Gualterio pure mi scriveva: « Non si ebbero danni, nè anche leggieri: se pure non vogliansi dir danni la caduta di molti calcinacci, e le riaperture di

quasi tutte le vecchie fessure in quelle volte che sono in senso opposto alla direzione che avevano le scosse. »

Ora facilmente si vede il gran valore scientifico che ha una tale osservazione, perchè dimostra che più spesso i terremoti, o almeno i più forti, in determinate regioni avvengono con direzione quasi costante. Fu il prof. De Rossi che primo mi fece notare questa legge, scrivendomi: « Trovo interessantissimo l'aver potuto definire quali sono i punti più soggetti ai guasti delle scosse, e l'aver veduto che questi sono i medesimi che in passato, e che in questo terremoto si sono riaperte vecchie screpolature. Sono questi tutti veri indizi della costanza della forma del terremoto nel medesimo luogo, e perciò della somma influenza dello stato della scorza terrestre nel modo con cui il fenomeno si manifesta. » Il qual pensiero portò pure il De Rossi a un' altra conseguenza ben feconda di utili osservazioni e scoperte, la quale è di ricercare in certo modo e quasi di rifare la storia di antichi terremoti, leggendone gli effetti nei guasti e nelle crepacce di antichi monumenti. « In Roma, egli dice, io ho cominciato a esaminare i guasti e le crepacce dei nostri colossali monumenti, che si sa dalla storia essere stati scompaginati dai terremoti, e veggo che si trova pascolo per importanti osservazioni. »

Chi ha lunghe serie di osservazioni facilmente può trovare qual grado d' estensione questa legge ha nei vari luoghi. Per Urbino si verifica abbastanza; perchè dall' elenco dei nostri terremoti (come si vedrà in appresso) risultano più frequenti le direzioni per E-W, per NE-SW; e appunto nei muri diretti per questo verso si mostrano le maggiori e più numerose fenditure.

II. In secondo luogo merita speciale considerazione l' effetto del terremoto sulle volte.

La prima osservazione su questo punto mi fu fatta dal sig. prof. Carlo Morbelli di Fabriano. « Qui in Fabriano, egli mi scriveva il 23 marzo, nella chiesa di S. Caterina i danni furono oltremodo gravi. E questo, secondo me, avvenne per la ragione che l' asse del vôlto si trova quasi perpendicolare alla direzione del terremoto, per lo che doveva il vôlto risentire molto più lo scotimento dei piedritti. Esso non è caduto finora; ma si trova tanto pericolante,

che si è creduto necessario di chiuder la chiesa. » L' istesso fatto fu osservato a Bagnorea, come ho riferito qui sopra.

In Urbino, per buona fortuna, i più lunghi e spaziosi vôlti hanno i loro assi diretti intorno alla linea NE-SW. Certo fu per questa ragione che alle larghissime oscillazioni qui avvenute non seguirono gravi offese nei vôlti.

III. In terzo luogo, il terremoto del 12 marzo ci ha offerto nuove ed evidenti prove della diversa efficacia delle scosse sopra terreni diversi.

Per dar più fede alle presenti osservazioni, ricorderò in prima qualche fatto già ben esaminato e spiegato. Nei terremoti di Toscana dell' agosto 1846, nei quali era centro di azione la terra di Orciano (dove la scossa principale fu *succussoria*, mentre all' intorno fu ondulatoria, e via via decrescente con la distanza), fu osservato che nella parte centrale della regione agitata le fabbriche situate sulle marne e sulle sabbie terziarie andarono quasi interamente scompaginate e distrutte: ma altri paesi della stessa regione situati sopra rocce ben solide, quali la serpentina ed il macigno, non soffrirono quasi nulla (Collegno: *Geolog.* cap. V.). Così pure in quel paese i soffioni di acido borico di M. Cerboli, che escono dal macigno, rimasero invariabili: mentre le sorgenti, che scaturiscono fra gli strati marnosi, cambiarono momentaneamente di luogo e di quantità di acqua. A Messina nel 1783 la parte della città vicina al mare, che posa sovra strati orizzontali assai moderni, fu distrutta interamente dal terremoto; mentre le case situate sul pendio delle colline che hanno per base il granito soffersero assai meno (Collegno: luog. cit.). Così è successo altre volte in molti luoghi: sicchè lo Stoppani ebbe a porre il principio che *i luoghi maggiormente scossi e danneggiati dal terremoto sono quelli che si trovano sovra porzioni poco resistenti della crosta terrestre.* E la ragione facilmente s' indovina: perchè il moto può propagarsi anche violentissimo attraverso un sistema di corpi elastici, quali per es. le palle d' avorio sospese in una sola linea nell' apparecchio di Mariotte, senza che questi diano segno della potenza del moto medesimo: ma dove il movimento viene in certo modo a spegnersi, o in tutto o in parte, a causa della poca elasticità del sistema, ivi gli ef-

fetti sono massimi e proporzionati alla forza d'impulsione, e anche alla somma di più forze successive. Questa legge si è ben verificata il 12 marzo in Urbino e a Bagnorea.

Avendo io qui sospettato che la diversa forza con cui il terremoto colpiva le varie parti della città (come ho detto al capitolo II) potesse venir spiegata per le varie condizioni geologiche del suolo, pregai l'egregio mio collega sig. Federico Mici prof. in questa Università, di studiare e delineare qualche profilo degli strati soggiacenti alla città.

Egli gentilmente si prestò a fare questo studio, che è nuovo per il suolo della città di Urbino, e la sua nota che qui trascrivo risolve, mi sembra, completamente la questione. « La città di Urbino giace in massima parte sopra banchi di sabbie gialle, arenarie in istrati e noduli, e argille turchiniccie, senza fossili (*miocene inferiore*) in direzione NW-SE. Solo dal lato di mezzogiorno, cioè in tutta la parte detta *di Cafante e di S. Polo* sta sopra marne schistose cenerognole, intercalate da un calcare bianco sporco e frammentario, qui detto *bisciaro,* con foraminifere e nummuliti (*eocene*). Questi ultimi strati formano una volta anticlinale, tronca superiormente, di cui si vedono scoperti alcuni archi inferiori tra Porta Santa Maria e il Mercatale, e lì dirimpetto sopra la strada presso S. Rocco, e dal lato opposto del colle sulla strada detta dei *Debitori.* Gli strati eocenici s'innalzano poi sempre più verso il piano di contatto coi concordanti miocenici, ove e questi e quelli son quasi verticali. Di là gli strati miocenici si spiegano a ventaglio, formando una V assai larga coll'asse obliquo. Gli spaccati teorici che normalmente alla direzione degli strati tagliano i due colli, sui quali sta Urbino, mostrano benissimo questo andamento. »

« Non è inutile però aggiungere ciò che non può rilevarsi dai profili, come cioè si possa ritenere che nella parte di città, tra essi compresa e conformata a valle tra il Duomo e Santa Lucia, sulle pendici di Lavagine e di parte di S. Bartolo, si prolunghino ed estendano alcuni piccoli salti e corrispondenti cangiamenti di direzione visibili nella strada *dei Morti,* che accennerebbero a un lieve avvallamento e scorrimento verso NE degli strati a sabbie ed argille. »

Ora appunto si è verificato che la parte di città collocata sulla volta anticlinale qui sopra descritta non solo non ebbe a soffrire alcun danno dal terremoto del 12, ma anche si scosse tanto leggermente, che la gente non ne provò gran spavento, mentre il resto della città fu in preda di grandissima angoscia. Così per es. il palazzo dell'Università, che si eleva sopra un fianco di quella volta stratigrafica, benchè costruito poco solidamente, non ha dato nessun cretto, mentre tanti cretti hanno dato altri più solidi e colossali edifizi collocati in altre parti della città. In quanto poi agli strati miocenici che sorgenti in forma di semi-aperto ventaglio traversano per il lungo la città, diretti da NW a SE, è ben naturale che nell'ondeggiamento da SW a NE (che fu il maggiore) dovessero incontrare non grande resistenza: e perciò non solo si saranno maggiormente spostati con più larghe oscillazioni, ma forse in qualche luogo potranno pur essere rimasti alcun poco lontani dalla loro prima posizione: dal che potrebbe dipendere lo strapiombo avvenuto per antichi terremoti nella facciata del Palazzo Ducale, oggi aumentato per il terremoto del 12, secondo la relazione inserita nei documenti.

Quel che ho notato io qui in Urbino, l'ha pur notato a Bagnorea e nei suoi dintorni il sig. C. R. Gualterio. Riporto colle sue stesse parole le buone osservazioni da lui fatte. « All'indomani volli prendere notizia del come erano passate le cose, non solo in Bagnorea ma anche nei paesi circostanti. Da per tutto il terremoto erasi sentito nel distretto, e quasi tutti ne avevano valutata la durata dai 15 ai 20 secondi, con movimento prima verticale, poscia ondulatorio: ma non da per tutto erasi fatto sentire colla stessa intensità. Informandomi quindi del dove fosse stato più o meno violento, ancor io dovei persuadermi della giustezza del canone stabilito dal prof. Stoppani, che cioè i luoghi maggiormente scossi furono appunto quelli ove il terreno era meno resistente. Infatti, mentre in Bagnorea e nel suo territorio, che per due terzi è costituito da rocce di formazione vulcanica, il terremoto fu sentito generalmente con una certa intensità, esso fu appena avvertito in alcuni casolari della campagna, perchè fabbricati sovra correnti di lave basaltiche, che in più luoghi e a larghi tratti la ricuopro-

no. Fu sentito invece relativamente più violento nelle case poste sulle argille azzurre del pliocene, che trovansi allo scoperto dal lato orientale del territorio nostro. Nella vicina città di Orvieto, nei villaggi di s. Michele e Civitella d'Aghiano le scosse furono, comparativamente a quelle sentite in Bagnorea, molto più forti, e recarono ancora alcuni danni, appunto perchè in quei luoghi le rocce vulcaniche essendo state presso che tutte abrase dalla erosione, il territorio di quei paesi quasi totalmente è costituito dalle ridette argille plioceniche: le quali, meno resistenti, sono meno conduttrici del moto che non i tufi vulcanici e le lave. All'incontro, a Montefiascone e a Viterbo, ove il terreno vulcanico è nel pieno suo sviluppo e le rocce sono in perfetta continuità, le scosse furono molto più lievi, ed il fenomeno molto meno pauroso. »

So che a Figline in Toscana il medesimo terremoto del 12 fece qualche rovina, che non fece nella città vicina. Le condizioni geologiche di quel terreno ne darebbero forse la ragione.

XII. — *Elenco di vari terremoti sentiti in Urbino.*

A mostrare la prevalenza delle direzioni verso E e NE nei terremoti che a quando a quando (due o tre volte all'anno) fanno tremare questo suolo Urbinate, e a soddisfare insieme il desiderio di parecchi scienziati, che oggi grandemente si adoprano di raccogliere il maggior numero possibile di dati, che saranno buon fondamento ai principî di una vera scienza sismologica, do qui la lista dei terremoti più antichi che ho potuto sapere, e di quelli avvenuti dopo il 1850, da che cioè cominciai qui a fare le osservazioni meteorologiche.

Le direzioni riassunte sino al luglio 1873 danno

N	3	
NNE	0	} 16
NE	9	
ENE	1	
E	6	
ESE	0	
SE	6	
SSE	0	

Le ore sono in *tempo vero* sino al 31 maggio 1872; poi in *tempo medio di Roma,* perchè ai primi di giugno 1872 l'orologio pubblico di Urbino cominciò a regolarsi col tempo dell' Ufficio Telegrafico, cioè col t. m. di Roma, essendo veramente il meridiano di Urbino quasi coincidente con quello di Roma, dal quale solo si allontana di 44″ di tempo medio a Levante.

Si vedrà che non ho tralasciato ancora di citare qualche terremoto di alcune città vicine incontrato per caso in qualche registro.

Il presente catalogo, lo mando innanzi come un primo saggio ed abbozzo di una lista più ricca e completa, che spero di venire formando coll' aiuto di quanti in queste province centrali prendono a cuore le ricerche e gl' interessi scientifici: ai quali fin d' ora faccio premuroso invito di volermi favorire ogni sorta di notizie di questo genere, che potranno a caso incontrare, o meglio a bella posta cercare. Imperciocchè sarebbe molto utile e buona cosa che ogni paese avesse un' esatta e minuta storia de' suoi antichi e recenti terremoti, essendosi abbastanza riconosciuto che i terremoti avvenire saranno molto simili ai passati.

1502. *23 Genn. ore 12 mer.* Da un diario manoscritto: Sull' ora di mezzogiorno venne un terribile terremoto così forte, che non si sentì mai il maggiore.

1508. *Aprile.* Bernardino Baldi, nella sua Vita di Guidobaldo I Duca d' Urbino, dopo aver detto di un insolito rivolgimento di stagioni, per cui in 9 mesi, sul finire del 1507 sino all' aprile del 1508, non piovve mai nè nevicò, accenna di alcuni terremoti avvenuti all' epoca della morte di Guidobaldo nell' aprile del 1508. Ei riporta i racconti che andavano per la bocca del popolo, nel modo che il popolo li faceva. Le interpretazioni non sono però difficili, le quali io accennerò in parentesi: e queste danno tanta importanza alle parole del Baldi, che piacerà di averle qui per esteso (Lib. 12). Dicono dunque « che in quell' anno (1508) si sentirono terremoti per tutti i luoghi dello Stato, molto più orribili e frequenti del consueto; che in molti luoghi dall' altissime cime dei monti più solitari furono udite nel silenzio più profondo della notte voci lamentevoli e lugubri (*boati sotterranei? gridi di animali?*). Aggiungono eziandio che da' frati zoccolanti furono nel convento loro sul mezzogiorno vedute con grande stupore aprirsi spontaneamente le porte, ancorchè saldamente rinchiuse (*vibrazioni sismiche che accompagnavano i boati, come a Cosenza*). Raccontano ancora che alcune notti, sopra la città, al diritto della Corte e del Duomo, apparvero nel cielo, con terrore non piccolo de' riguardanti, lunghissimi tratti di fuoco (*pioggia meteorica di stelle cadenti*), e la notte precedente a quella nella quale egli passò da questa vita, furono vedute girare per l' aria scintillanti masse di fuoco, le quali, impetuosamente cadendo, percossero, e si smorzarono nelle mura del palazzo comunale. » Poi aggiunge che queste cose sono stimate dalle persone vane e leggiere, e sprezzate dalle gravi e prudenti. A noi importa sapere che la morte di Guidobaldo fu l' 11 aprile 1508,

e che con qualche probabilità fu dunque questa l'epoca d'una pioggia di stelle cadenti.

1703. *14 Genn. e 2 Febb.* Da un antico libro dei consigli comunali, che si conserva nell'archivio del Municipio, si rileva che fortissimi terremoti ebbero luogo nel circondario urbinate nel 1703, producendo qua e là gravissimi danni, specialmente il 14 genn. e il 2 febb., ma lasciando sempre quasi illesa la città. Il qual fatto è descritto nel verbale di una seduta del 9 maggio 1703, in cui si riferisce che il Gonfaloniere di Urbino disse: « Come la beneficenza divina merita tutti gli atti della nostra gratitudine, in riconoscenza di una grazia così speciale, quale è stata di serbarci indenni dai minacciati castighi, quando tante altre città, terre e castelli in vicinanza di noi hanno sofferto il quasi irreparabile pregiudizio delle rovine: *onde rimasti senza case molti degli abitatori, e senza sostanze i cittadini, vanno esuli dalle loro patrie, e piangono l'eccidio di tanti che morirono sotto le macerie.* » In un catalogo di terremoti fatto da P. T. S. (P. Tanzini Scolopio) trovo registrato per il 14 genn. 1703: « Terribil terremoto in Italia, particolarmente nello Stato della Chiesa: le vittime furono cento mila. A Norcia, Casci, Leonessa, tutti luoghi montuosi, le case furono quasi rovesciate dalle fondamenta. » Lungamente ha scritto di questo terremoto il medico G. Baglivi (*Opera omnia. Venetiis, 1754*, pag. 265).

1741. *24 Aprile, mattina.* Fortissimo. L'orribile terremoto di questo giorno, che percosse la città di Urbino e il suo circondario, viene descritto in un libro che si conserva nell'archivio di questo municipio, libro che contiene i cosidetti *Consigli di credenza* di quell'epoca, corrispondenti alle odierne consulte della Giunta municipale. Qui è detto che fu quel terremoto un *flagello crudelissimo*, e fece sì gravi e tante rovine che il comune dovette rivolgersi per sussidî in danaro alla generosità del Governo, e dovette stabilire i prezzi dei mattoni, della calce, dell'arena, ecc. a cagione del gran bisogno che vi fu di eseguire da per tutto grandi restauri alle fabbriche. L'egregio sig. Felici, che mi procurava queste notizie, ha pur ritrovato un altro importante documento relativo ai danni arrecati dal medesimo terremoto, cioè una perizia molto minuta fatta da diversi mastri muratori sulle spese occorrenti per quei restauri. Da questa perizia ho potuto rilevare i seguenti fatti, che hanno gran valore in ordine alla legge empirica che viene a stabilirsi sulla somiglianza di tutti i terremoti che avvengono in una data regione. La spesa totale dei restauri fu stimata di scudi 26,999. A comprendere l'enormità dei danni corrispondenti a questo valore di scudi, dobbiamo riflettere che allora i materiali da costruzione costavano pochissimo: i mattoni, per es. (come venne fissato dalle autorità del municipio) costavano scudi cinque al migliaio, cioè lire 2,66 al cento. Gli edifizi più danneggiati furono: le carceri (erano allora nel piano superiore dell'attuale palazzo comunale), il convento di S. Francesco, la chiesa metropolitana, il palazzo ducale, quello dell'Arcivescovo, il palazzo Corboli, Antaldi, De-Praetis, Boni. Nella detta perizia sorprende grandemente di trovare come nella parrocchia di S. Polo (S. Paolo) i danni furono molto leggieri, tanto che i restauri da farsi nelle case tutte di quella parte di città importavano solamente la spesa di scudi *undici*. Quella parrocchia abbraccia appunto le case che sentirono assai meno forte il terremoto del 12 marzo 1873, e quasi tutta è collocata sulla volta anticlinale che abbiamo descritta al Capitolo XI. Ecco dunque una grande somiglianza fra l'ultimo forte terremoto e quello fortissimo del 1741.

1744. *Aprile 22, 23, 24.* Fortissimo.

1751. *12 Giugno.* Tremoto nell'Italia centrale, fortissimo anche in Morea e a Metelino (Credo che sarà stato anche in Urbino).

1781. *24 Aprile.* Fortissimo. L'egregio giovane signor Alipio Alippi mi fece tener copia di una iscrizione in pietra, nella quale si leggono bene queste parole: « .... cuore lave M. in .... della gran scossa del tremoto venuto il 24 aprile a ore 15 1/2 f. i (?) 1781 (?) Urbino (?). »

1781. *3 Giugno.* Terremoto fortissimo. Il suddetto sig. A. Alippi mi fece conoscere la seguente iscrizione esistente in Urbino nella chiesa di S. Domenico:

1781
DIE III IUNII SACRATA SPIRITUI SANCTO
FORNICIS LATERA VEHEMENTER QUASSATA
TERREMOTU
CLAVIBUS FERREIS QUIBUS DESTITUEBANTUR
P. P.
FIRMARE CURARUNT
—
AD PERPETUAM DIEI ET OPERIS MEMORIAM
F. B. G. S. C.

Nel catalogo P. T. S. detto di sopra, trovo per il 1781: « Il 3 giugno, mattina di Pentecoste, a 7. 1/4 forte terremoto a S. Sepolcro con direzione media fra N e E. La primavera era stata asciutta. Un lampo precedè la scossa: fu sentita anche a Cagli. Le sorgenti di acqua del luogo detto *la montagna*, si alterarono mandando odore sulfureo. L'atmosfera fu spesso coperta da varie nubi rosseggianti. » Ecco ora una breve descrizione del terremoto di Cagli. « A 11 ore circa della mattina del 3 giugno 1781 ebbero luogo scosse molto rovinose a Cagli. La prima, che fu la più tremenda e anche molto lunga, fece cadere gran parte della cattedrale con la morte di molte persone, e recò immensi danni, valutati a più di cento mila scudi. Seguirono in Cagli altre scosse, persino 40 in 24 ore, per più di una settimana: e specialmente furono forti il 13, 15, 21 del giugno, e il 27 luglio. Tutte erano accompagnate da forti ruggiti sotterranei (*bomboli*) provenienti dal M. Nerone: i quali muggiti sempre fu solito quel monte di mandare, benchè più rimessamente e più di rado. » (Sono pochi anni che una sera si sentirono anche da Urbino alcuni di questi bomboli). Una memoria fu scritta su quel famoso terremoto da monsig. Ludovico Agostino Bertozzi vescovo di Cagli, che fu testimone del fatto. Trovo interessanti le seguenti note da lui scritte sui segni precursori del fenomeno. « La notte innanzi, gli animali diedero segno d'esser compresi d'un insolito terrore e d'un inquieto presentimento del male che soprastava: imperocchè fu continuo e rimarcabile, siccome ognun dice, il latramento dei cani, il nitrito dei cavalli e il pigolio degli uccelli. Tutto il giorno apparve il cielo sereno bensì, ma più presto caliginoso, il sole alquanto pallido, e prima della grande scossa l'aria, che era tacitissima, si offuscò, e creossi d'improvviso un certo buio, che non si seppe d'onde ripetere. Fecesi cioè press'a poco il cielo, come suol essere dopo tramontato il sole, e nel sole medesimo si potè fissar l'occhio senza fatica, tanto apparve questo astro destituito de' suoi raggi. E fu in quel punto, vale a dire dopo le 11 ore del mattino, che fecesi sentire una orrenda scossa, di cui non s'è provata mai in queste parti a memoria d'uomo nè la più violenta, nè la più lunga, nè la più perniciosa. Essa durò tanto spazio di tempo, quanto porta l'intera recita di un *miserere.* »

1809. *25 Agosto.* Scossa ondulatoria sulle ore 17 3/4 (Orol. ital.), che durò circa un minuto.

1827. *Maggio.* Fortissimo.

1828. *Aprile, notte dal 13 al 14.* Fortissimo. Rovinò la piccola cupola della

chiesa di S. Francesco, e fu danneggiata la statua della Speranza, che è sulla facciata del Duomo. Nel catalogo sopra indicato P. T. S. trovo: « La notte del 10 e dell' 11 aprile 1828 il terremoto fu sentito anche a Roma, a Forlì, a Galeata, ad Ancona, a Pesaro, a Sinigallia. Il numero degli scotimenti sembra essere stato colà di circa 18, e alcuni piuttosto forti. »

1832. *13 Gennaio.* Orribile famoso terremoto a Foligno, che fece grandi danni. In quella città fu stabilito un digiuno votivo e una commemorazione religiosa, dedicata alla B. Vergine detta del Pianto. In Urbino fu sentito per consenso.

1834. *23 Giugno.* Fortissimo.

1838. *23 Giugno, 9. 45 pom.* Fortissimo terremoto a Cartoceto (tra Fossombrone e Fano) e a Pesaro (Vedi per Cartoceto una relazione di C. Marcolini nei documenti). Di Pesaro si ha un' importante relazione del C. Giuseppe Mamiani (Lettere meteorologiche dirette a Mr. Arago). Egli scrive: « A ore 9. 45 pom. si udì un rumore, come fosse di molte carrozze tirate da cavalli di posta. Si aggiunse un fremito come di aria racchiusa che di sotto erompesse; e allora la terra cominciò a tremare. La scossa era ondulatoria. Durò circa 5". Veniva dalla parte di E, andando all' W, di tale forza che fece tentennare le volte e le pareti così dei grandi come dei piccoli stabilimenti, sicchè gli abitanti atterriti fuggirono dalle case, dai fondachi, dal teatro. Fu notata la elevazione dell' acqua entro ai pozzi nell' interno del paese per circa piedi 4. » In altra lettera il Mamiani aggiunge che il medesimo terremoto fu sentito a Scutari, a Venezia, a Vienna. Come precursore di quel terremoto descrisse il Mamiani un curioso fenomeno: « Pochi momenti prima del terremoto, cioè pochi momenti prima delle 9 ore pom., si videro molte stelle *filanti*, o, come diciamo noi Italiani, *cadenti*, venire anch' esse dalla parte di E, e perdersi in mezzo allo spazio con la solita loro celerità, guizzando verso il S. Furono per altro frequentissime, assai brillanti e di grosso volume, a modo che alcuni fanciulli, che passeggiavano sulla piazza, ebbero a chiedere alla genitrice se vi fossero o no le solite *gazzere*, o vogliamo dire *fuochi d' artifizio*, in qualche luogo della città. »

1850. *25 Luglio, 6. 22' pom.* Due piccole scosse ondulatorie consecutive per N-S della durata di circa 4".

1850. *26 Luglio, 4. 1/2 ant.* Nuova scossa sentita da pochi. Queste scosse sono state (pare) locali, e non sentite nelle città vicine. In tutto l' anno 1850 non vi è stato altro terremoto oltre questi due.

1851. *11 Febbraio.* Il conte Domenico Paoli da Pesaro mi scrisse che ivi ebbero a ore 5. 11' circa (credo pomeridiane) una piccola scossa di terremoto.

1851. *28 Maggio, 9 pom.* Terremoto della vigilia dell' Ascensione. Fu sentito anche a Cortona e a Castiglione (presso Cortona) qualche minuto prima delle 9 pom., nella direzione da N a S, e con mediocre intensità. Lo sentirono anche Siena, Firenze, Lucca.

1851. *23 Luglio, 4 1/2 pom.* Lieve terremoto sentito da pochissimi.

1851. *14 Agosto, 2 pom.* Scossa piuttosto gagliarda. Ha fatto sonare un campanello, la cui molla oscilla verso NE. Quindi è probabile la direzione NE-SW.

1853. *22 Giugno, 0. 28' ant.* Assai gagliardo. Io stesso ho fatto le seguenti osservazioni. In principio fu uno scotimento confuso generale, accompagnato da vibrazioni delle porte, delle finestre e di tutti i mobili. Tale scotimento è andato a grado a grado rallentando, e dopo una brevissima tregua sono venute tre o quattro ondulazioni assai larghe. Mi parve che un grave rumore sotterraneo le accompagnasse. Molti nuvoli in forma di strati ammonticchiati sull' orizzonte marino avevano già indotto in qualcuno il sospetto di un vicino terremoto! Seppi poi e

scrissi che la scossa non fu sentita a Firenze, a Bologna, a Castello; ma fu forte su tutta la linea di Comacchio, Imola, Forlì, Rimini, Pesaro, Sinigallia, Ancona, Macerata.

1853. *21 Ottobre, 9. 1/2 pom.?* Lievissima scossa che parve ondulatoria. A questo piccolo terremoto di Urbino sono contemporanee le continue scosse in Atene e a Tebe (A. Perrey. *Acad. R. de Belgique.* T. XXI, 6 Bull.).

1853. *11 Dicembre. Fra le 3 e le 3. 1/2 pom.* Scossa con direzione assai probabile da NW a SE. Il medesimo giorno a ore 4. 5' pom. leggiera scossa a Ragusa da NE a SW, con romoreggiamento che veniva dal mare. E alle 4 1/2 terremoto a Castelnuovo di Cattaro. Questi tre terremoti sono essi differenti? Il terremoto di Ragusa avrebbe percorso 300 miglia? (A. Perrey, luogo citato).

1853. *30 Dicembre, 6 pom.* Lieve scossa ondulatoria.

1854. *3 Febbraio, 8. 16' pom.* Prima scossa assai vibrata per NE-SW. Dopo piccola tregua è venuta altra scossa da ENE la quale si spiegò in due urti ben forti a WSW. Ho distinto molto bene che la direzione era variata. Il barometro era in via di alzamento.

1854. *11 Febbraio, 6 ant. - 8 ant.* A Pesaro due piccole scosse (Lett. del prof. L. Guidi).

1854. *11 Febbraio, 6 pom.* Leggiero in Urbino.

1854. *12 Febbraio, o. 14' ant.* Scossa assai forte consistente in 4 o 5 ondulazioni dirette da SE a NW.

1854. *12 Febbraio, o. 45' ant.* Altra scossa non forte.

1854. *12 Febbraio, 3. 14' ant.* Altra scossa più leggiera diretta egualmente.

1854. *12 Febbraio, 6. 14' ant.* Quest' ultimo movimento dicono sia cominciato sussultorio. Poi io stesso ho sentito 4 o 5 ondulazioni da SE a NW. Mi parevano assai strette e vibrate. Vi fu quindi una tregua di 7" circa, e poi un altro piccolo urto diretto nel medesimo modo. Nessuna romba. Questi terremoti della mattina presto del 12 sono per consenso di rovinose scosse avvenute nella notte in Assisi e suoi dintorni, e a Perugia. Di Assisi presi i seguenti appunti. Alle 5 1/2 pom. del giorno 11 scossa forte di piccola durata: direzione NNW. Coll' inoltrarsi della notte, rombi, ora aerei ora sotterranei, e qualche scossa. A 12 ore in punto forte terremoto, e un altro dopo pochi minuti. Ondulazioni nella direzione sopradetta. Dopo altre scosse, una a 2 ore più violenta, sussultoria: indi moti continui fino a 6 ore. A 6 ore terremoto orribile. Poi altri piccoli. Questi terremoti colpirono una estensione di circa 20 miglia, da Perugia sino al declivio orientale del monte Subiaco. Danni grandi nella valle, minori alle falde del monte, piccolissimi sul monte. La sera operava a Cosenza, e vi faceva rovine e vittime.

1854. *22 Maggio, 3. 36' pom.* Due leggiere scosse di 2" l' una, coll' intervallo di forse 2". Qualcuno crede aver notata la direzione verso NE.

1854. *16 Giugno, 2. 31' pom.* Terremoto per circa 8" ondulatorio per SW-NE. È cominciato con movimento sussultorio, e poi un momento quietò, e poi riprese per 2" o 3. Il vento SW rinforzò dopo il terremoto. È stato sentito anche a Bologna.

1854. *18 Giugno, 3. 1/4 ant.* Scossa assai forte e di lunga durata.

1854. *20 Settembre, 11. 25' pom.* Scossa non lieve preceduta da rombo. Cominciò con urto sussultorio, e proseguì con ondulazioni che qualcuno giudicò dirette da E a W. Durata di circa 7". Il barometro già molto alto cominciò a calare.

1855. *15 Gennaio, 4. 2' ant.* Due o tre ondulazioni di mediocre forza, durate 2" o 3". Il barometro era in via d' alzamento.

1856. *1 Febbraio 9. 26' 1/2 ant.* Tre ondulazioni forti. Pare che in principio fosse un moto confuso, e la prima oscillazione sia venuta da NE a SW.

1856. *5 Giugno, 7. o pom.* Dicono venuto forte terremoto. Mezz' ora dopo si è levato un gran vento.

1856. *28 Luglio, 10 circa pom.* Scossa prolungata, ma non molto forte.

1856. *31 Agosto, 3. 37' ant.* Terremoto piuttosto lungo da E a W. Il barometro è alto, e alza sempre più.

1856. *12 Ottobre, 2. o ant.* Prolungato, ma non forte.

1857. *15 Febbraio, 1. o pom.* Lieve, sentito da molti.

1857. *21 Febbraio, 8. 43' (ant. ?).* Scossa assai forte, prima con tremore confuso, poi con ondulazioni da S a N. Durata circa 7''. Aria assai calda.

1857. *15 Marzo, 6. 45' (ant. ?).* Scossa ondulatoria sentita da parecchi da E a W.

1857. *16 Giugno, 11. o (ant. ?).* Terremoto.

1857. *22 Luglio, 8. 1/2 (ant. ?).* Leggerissimo. Alcuni dicono di un altro nella notte scorsa.

1857. *1 Agosto, o. 30' ant.* Leggiero.

1857. *1 Agosto, 4. o ant.* Altro leggiero.

1857. *30 Agosto, 10. 1/2 ant.* Scossa appena sensibile.

1857. *3 Settembre, 5. o ant.* Ondulatorio.

1857. *17 Dicembre, 10. 15' pom.* Piccolo. (Da questo giorno fino al 31 luglio 1858 nessun terremoto è registrato. Negli altri mesi del 1858 mancano le osservazioni).

1859. *7 Aprile, 10. 1/2 (ant. ?).* Cinque mediocri scosse.

1859. *28 Novembre, 7. 30' - 7. 45' pom.* Ondulazioni per 6'' da NE a SW.

1860. *15 Luglio, 2. 3/4 ant.* Cinque piccole ondulazioni.

1861. *7 Marzo, 11. o ant.* Piccola scossa.

1861. *8 Marzo, 2. o ant.* Replica più forte.

1861. *7 Dicembre, 10. 1/2 ant.* Prima scossa per 4 secondi, che ha fatto sonare qualche campanello; ondulatoria, nella direzione probabile da E a W, seguita da una seconda assai più debole.

1861. *8 Dicembre, 5. 1/2 ant.* Si ripete un piccolo terremoto. È curioso che questa ripetizione si fa in ordine al tempo come nel marzo.

1862. *25 Luglio, 3. 3/4 pom.* Lieve, ondulatorio da NW a SE.

1862. *3 Settembre, 7. 1/2 ant.* Sentito da molti e di durata non breve.

1863. *24 Aprile, 10. 1/2 ant.* Lieve, sentito da molti.

1863. *26 Luglio, 2. 54' pom.* Lieve, ondulatorio da SW a NE.

1864. In tutto quest' anno non trovo registrato alcun terremoto.

1865. *16 Maggio, 2. 1/2 ant.* Assai sensibile e di breve durata.

1865. *16 Maggio, 10. 1/2 ant.* Altro leggerissimo, sentito da pochi.

1865. *23 Agosto, 7. 1/4 pom. circa.* A Fossombrone forte scossa con romba sotterranea. Fu ivi avvertito da moltissimi un odore di solfo e carbone (?) a vari intervalli nell' ora del terremoto.

1865. *24 Agosto, 1. o ant.* A Fossombrone altra piccola scossa.

1865. *24 Agosto, 4. o ant.* Id. Id.

1865. *21 Settembre, 9. 50' pom.* Forte scossa in Urbino, ondulatoria da NW a SE, durata 8''.

1865. *21 Settembre, 10. 3' pom.* Altra leggiera.

1865. *24 Settembre, 11. 1/2 ant.* Piuttosto forte, ma breve.

1866. *9 Febbrajo, 7. 20' ant.* Di breve durata, ma assai forte.

1866. *23 Dicembre, 7. 13' ant.* Assai forte, prima ondulatorio, poi sussultorio. Durò circa 4''. A questa nota trovo aggiunta nel mio giornale una considerazione

che scrissi in quell' epoca: « Ho notato più volte nel corso di molti anni, che una stagione che si sostiene per molti giorni in condizioni eccezionali, e specialmente si distingue per costanza di bel tempo, è seguita facilmente da piccole scosse di terremoto. Il caso attuale ne è un esempio. »

1867. *29 Marzo, 7. 25' pom.* Urto assai violento, seguito da un nuovo urto più debole; e poi agitazione vaga crescente per circa 5''. La direzione prevalente sembrò da W a E.

1867. *30 Marzo, 4. 10' ant.* Altra minima scossa sentita da pochi.

1867. *18 Dicembre, 6. 32' pom.* Gran colpo sul principio, che mise paura a parecchi: poi breve intervallo di quiete, e quindi ondulazioni per circa 8''. Il barometro continuava la sua lenta discesa, e il vento non aveva variato.

1868. *25 Maggio, 5. 25' ant.* Leggiera scossa.

1868. *14 Luglio, 1. 0 ant.* Scossa molto sensibile.

1868. *2 Agosto, 10. 15' pom.* Lieve.

1868. *26 Agosto, 8. 42' ant.* Ondulatorio per 8'', con piccola tregua dopo i primi quattro.

1869. *13 Dicembre, 4. 15' ant.* Lieve.

1870. *8 Febbraio, 5. 0 pom. circa.* Forte scossa preceduta da romba sotterranea. Ha fatto sonare qualche campanello.

1870. *1 Marzo, 8. 40' pom.* Due scosse assai sensibili.

1870. *24 Giugno, 6. 0 pom. circa.* Due scosse ondulatorie; la prima leggiera, la seconda più sensibile, però avvertite da pochi.

1870. *21 Novembre, 0. 15' ant.* Ondulatorio.

1871. *6 Gennaio, 11. 0 pom. circa.* Terremoto.

1871. *22 Gennaio, 10. 27' pom.* Forte scossa. Molti dicono che veniva da SW a NE. Durò circa 5'', e fu più forte al principio e alla fine.

1871. *2 Giugno, 10. 45' pom.* Terremoto.

1871. *14 Luglio, 6. 7' pom.* Lieve, ondulatorio, forse diretto da SE a NW.

1872. *2 Novembre, 1. 26' pom.* Due scosse ondulatorie, con un minuto d'intervallo. La prima più forte durò circa 6'', la seconda circa 4''.

1873. *12 Marzo, 9. 4' 1/4 pom.* Orribile terremoto descritto nella presente memoria. Direzione delle prime scosse da NNW a SSE, delle seconde più forti da WSW a ENE.

1873. *3 Aprile, 10. 0 circa.* Lieve, sentito da pochi.

1873. *19 Aprile, 4. 3' pom.* Due piccole scosse ondulatorie coll' intervallo di circa 2''. Il sismografo ha dato la direzione da W a E. La punta del pendolo lungo m. 1, 48 ha lasciato una traccia di soli 2 mill. La prima scossa ha durato circa 2'', le ultime 5''.

1873. *7 Maggio, 8. 11' ant.* Lieve scossa sentita da pochissimi. Alla stessa ora fu sentito distintamente a Cagli.

1873. *20 Maggio, 4. 45' ant.* A Macerata (Marche) forte scossa, ma di breve durata.

1873. *29 Giugno, 5. 2' 1/2 ant.* Lievi scosse corrispondenti al rovinoso terremoto che agitava e desolava la provincia di Belluno colla morte di molte persone rimaste sotto le macerie. Il primo urto è venuto qui per la linea N-S o poco diversamente. È stato un terremoto a fitte e strettissime vibrazioni. Poi tregua. Le vibrazioni hanno ripreso con più forza e con direzione un poco cangiata che fu intorno a NW-SE. Poi nuova tregua. Quindi son passate altre fittissime onde, producendo tremori ben sensibili un poco vari e lunghi. Dopo ciò generalmente non si è sentito altro. Ma a me parve che un po' di tremolio di nuovo, coll' in-

tervallo di prima, siasi ridestato. La durata di tutto il fenomeno fu per me di circa 40''. La sera innanzi per più d'un ora, intorno a 11 ore, osservai una luce aurorale sull'orizzonte di N, distesa in forma di lunga zona, con maggiore elevazione presso il meridiano magnetico.

1873. *30 Giugno, 0. 55' ant.* Il prof. Mici ha sentito lievi e prolungati tremori. Nel momento del massimo gli parvero diretti per NE-SW.

1873. *12 Luglio, 7. 10' ant.* Alcuni hanno sentito distintamente una serie di piccole ondulazioni. Nel palazzo del collegio, dov'è l'osservatorio, non si è sentito nulla, e il sismografo non si è mosso. Si è sentito sussultorio, lieve, a Velletri, ondulatorio a M. Porzio con direzione da NW a SE. A Rocca di Papa questa scossa fu sentita molto forte. Vi si trovava il prof. De Rossi, il quale scrisse che la scossa fu sussultoria prima, con un colpo assai spiccato e ripetuto due o tre volte, e poscia fu ondulatoria fra SW e NE. Più forte fu in Anagni per NW a SE, cioè con direzione normale a quella di Frascati, Rocca di Papa e Roma. Anche a Ceprano, Subiaco, Veroli, Arpino fu assai forte.

Raccogliendo per ciascun mese i numeri dei giorni segnalati con terremoto si ha il seguente quadro:

Gennaio	6
Febbraio	14
Marzo	7
Aprile	10
Maggio	8
Giugno	13
Luglio	11
Agosto	11
Settembre	6
Ottobre	2
Novembre	3
Dicembre	8

e per stagioni viene:

Primavera	27
Estate	31
Autunno	28
Inverno	13

I mesi che hanno più terremoti, e li ebbero anche assai forti, sono i mesi di Febbraio e Giugno. L'ottobre e il novembre ebbero il minimum.

XIII. — *Di un sismografo semplicissimo, che dà la direzione, il primo punto di partenza e l'ora delle scosse.*

Ciò che più interessa di ben determinare in un terremoto è l'ora del suo arrivo, la sua direzione e la parte da dove è venuto. Ma i bonissimi e perfetti sismografi, che danno con precisione questi elementi, costano troppo, e non son dunque fatti per il maggior numero degli Osservatorii.

Per me mi son fatto un sismografo economico, che credo debba servir bene. Qui lo descrivo perchè, se lo credono buono, se lo possano fare anche i miei colleghi; e allora nel caso di altri terremoti potremo fare più esatti studi e più spediti.

La solita palla appesa ad un filo metallico lungo cm. 135, nella quale al punto più basso è infissa una punta verticale, immersa per poco in uno strato orizzontale di polvere di licopodio, è la parte primaria, o l' unico motore del mio sismografo.

All' intorno, concentricamente alla palla, sta un cerchio orizzontale fatto con sottile lastra metallica piegata in giro come il cerchio di uno staccio, ben fisso su tante colonnette piantate nel piano di marmo, dov' è sparsa la polvere di licopodio.

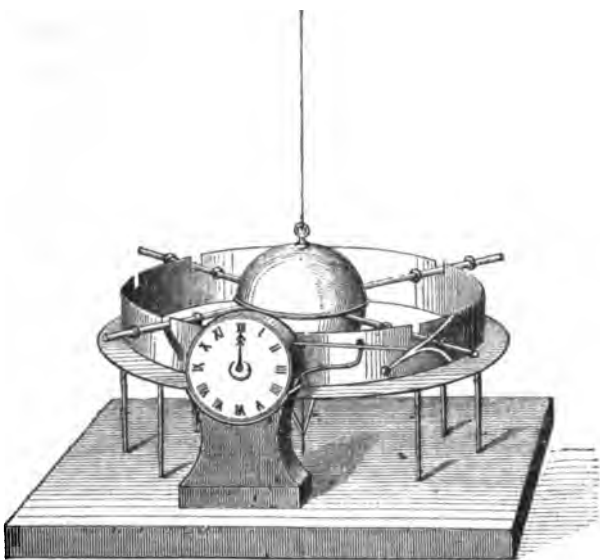
Nel mio apparecchio, questo cerchio ha il diametro di cm. 32, e la palla di cm. 10.

L' orlo superiore del cerchio è circa 4 centimetri più alto del livello del centro della palla, ossia resta superiore a un suo circolo massimo orizzontale, che diremo l' *equatore* della palla. Su quel cerchio sono fatti dei piccoli incavi (profondi 15^{mm}) semicircolari nelle direzioni dei diametri che vanno a N-S, W-E, e anche, se piace, nei punti intermedi.

Sulla palla sta stretto e aderente nel suo equatore un sottilissimo cerchietto, che dirò *anello*, fatto con filo metallico. Quattro od otto *verghette* metalliche si appoggiano con una loro estremità su questo anello equatoriale; e dall' altra parte riposano, semplicemente appoggiate, negl' incavi del cerchio orizzontale, sporgendo per buon tratto al di fuori del medesimo, e restando press' a poco orizzontali.

Nel tratto esteriore portano infilata una pallina di piombo che fa da contrapeso: e una di quelle verghette comunicante coll' orologio (secondo che ora dirò), perchè abbia la pallina esterna un poco più lontana, ne porta un' altra anche all' interno. Bisogna regolare quei pesini di piombo, scorrevoli a sfregamento duro sulle verghette, portandoli in tal punto che la verghetta tenda a cadere in dentro per minimissimo eccesso di peso dalla sua parte interiore: sicchè quando fosse spinta fuori anche di pochissimo, allora avesse invece a cadere di fuori. Può giovare di fornirle tutte di

un pesino di piombo scorrevole anche nella parte interna. Ho provato che il disequilibrio della verghetta verso l' interno si può combinare tanto delicatamente, che basti spingerla in fuori appena d' un mezzo millimetro, perchè subito strapiombi non più di dentro, ma di fuori.

Dopo ciò è tutto inteso il giuoco dell' apparecchio. Se la terra fa una mossa da W a E, o, che è l' istesso, se la palla viene da E a W, la verghetta appoggiata sull' incavo di W si rovescia di fuori, strisciando e poi rotando sull' orlo di quell' incavo; e la verghetta E, perduto l' appoggio sull' anello equatoriale, si rovescia di dentro, perchè il peso della sua parte interiore prevale un poco sul peso della sua parte esteriore. Diverse prove fatte prima di montare definitivamente l' apparecchio hanno mostrato che il giuoco riesce bene. Intanto, nel caso detto, le verghette laterali di N e S devono cadere pur dentro, perchè l' aderenza loro sull' incavo, dove si appoggiano, è maggiore dell' aderenza delle sottili loro punte sull' anello equatoriale.

Adunque la verghetta rovesciatasi fuori dirà che da quella parte a cui ella si spinse venne la prima onda: e la caduta interna della verghetta opposta farà buona testimonianza alla sua indicazione. E tutti insieme i movimenti avvenuti, collegati colla direzione delle tracce lasciate dalla punta sullo strato di polvere, daranno lume per varie deduzioni.

Per avere l' ora della scossa, ecco come ho congiunto con una di quelle verghette un piccolo orologio a pendolo posto sul di-

nanzi dell' apparecchio. L' orologio stesso porta ad un suo fianco una specie di cornucopio armato di un perno, su cui sta una leva orizzontale bene equilibrata, la quale entra con un braccio nella custodia dell' orologio, e tien ferma ed alta dalla sua parte l' asta del pendolo per mezzo di un piccolo uncino: l' altro braccio porta lateralmente rivolte all' interno, cioè verso una delle verghette, due listine, o mollette metalliche, che chiamerò *orecchiette*, le quali stanno in un piano verticale perpendicolare al braccio stesso di leva, e l' una è rivolta all' insù, l' altra all' ingiù, e si aprono come una bocca a labbri un po' curvati all' indietro, quasi toccando e stringendo nel suo mezzo la parte esteriore e la pallina di piombo di una delle verghette: sicchè se la verghetta cada di fuori all' ingiù, o ruoti di fuori all' insù, striscia sempre e lambisce una delle due orecchiette, e fa nascere su quel braccio di leva una componente orizzontale, che la spinge un poco in fuori, e così l' altro braccio che va dentro l' orologio si sposta pure un poco avvicinandosi al centro del sismografo, e per tal modo togliendosi col suo uncinetto dall' asta del pendolo, fa che questo cada, e l' orologio cominci a andare. L' orologio era fermo sulle ore XII: dunque ora anderà segnando quanto tempo via via trascorre dopo il terremoto: e perciò allorchè l' osservatore avverte e osserva il piccolo sconquasso sismografico, sottrae dall' ora attuale quella segnata dall' orologio sismografico (che già colla sua marcia un po' clamorosa richiamò la sua attenzione), e così ottiene giusta e precisa l' ora della scossa.

Questo istrumento io ho collocato entro una nicchia scavata in un grosso muro maestro che si alza dal piano terreno del collegio fino alla altezza dell' osservatorio cioè per circa 26 metri: e perchè non vi entri alito di vento e niuno per caso abbia a sturbarlo, è custodito e difeso da uno sportello a cristalli chiuso a chiave.

XIV. — *Conseguenze pratiche del presente studio.*

Dopo studiato il grande fenomeno nelle sue origini, nella sua propagazione, nelle susseguenti reazioni e nei fenomeni concomitanti, e risoluto forse il problema dinamico generale col concorso

del maggior numero dei tempi e delle direzioni osservate, finisco col raccogliere e porre in rilievo alcuni punti che possono considerarsi di utilità pratica, e tali da giovare non poco all' avanzamento de' sismologici studi.

I. Un primo consiglio, o piuttosto una preghiera, rivolgo agli impiegati degli uffici telegrafici. L' impiegato dell' ufficio di Savignano ha reso un vero servigio alla scienza, notando e studiando il disturbo elettrico avvenuto improvvisamente nelle comunicazioni poco prima del terremoto. Io annuncio il suo nome, signor Luigi De-Angelis, alla considerazione de' suoi superiori, e mi auguro che in altre eguali circostanze avrà la stessa premura di sorprendere e notificare somiglianti fenomeni.

Ognun vede che un ufficio telegrafico, dove specialmente il lavoro sia scarso, com' è in tutti quelli di 2ª classe, può facilmente convertirsi in un piccolo osservatorio elettrico, in cui vengono studiate le regolari e accidentali variazioni delle correnti telluriche. È qualche anno che i meteorologisti piemontesi notano frequenti luci aurorali nella prima parte della notte. Sarebbe stata una fortuna se i telegrafisti avessero preso parte a simili osservazioni. In certe epoche dell' anno il nostro globo è inondato da grandi fiumi di stelle cadenti e forse di materia cometica: già qualche volta nacquero allo stesso tempo delle variazioni nell' elettricità terrestre: perchè il telegrafista vorrà lasciarsi passare sotto gli occhi questi fenomeni, senza guardarli? Di più se i moti sismici sono continui (come si sospetta dopo le osservazioni del Bertelli), non è egli da credere che tra essi e le condizioni elettriche della terra vi sia qualche rapporto?

Il galvanometro che sta sotto gli occhi dell' ufficiale telegrafico vibra e parla incessantemente, annunciando le interne palpitazioni e vicende della vita del globo, e per mezzo di esse le maggiori fluttuazioni e fasi della vita del cosmo. Certo ai grandi esaltamenti dell' attività solare, che talvolta sono improvvisi, rispondono improvvise agitazioni degli aghi galvanometrici dei telegrafi. Una lunga serie di tali osservazioni, fatte dai telegrafisti con diligente studio ed amore, sarebbe per la scienza un tesoro inestimabile.

Dopo l' aurora boreale del 4 febbraio 1872 la Direzione Gene-

rale de' telegrafi italiani combinò molto sapientemente coll' astronomo Donati le osservazioni da farsi in avvenire negli uffici telegrafici quando un' aurora si presentasse, e spedì istruzioni e quadri appositi per tale fine (Bull. telegrafico anno VIII, maggio 1872). Mi sia dunque permesso di pregare oggi quella Direzione di voler stabilire qualche norma anche pel caso de' terremoti, dopo che per tante prove è riuscito ben certo che una alterazione elettrica precede, accompagna e forse anche segue il fenomeno. Per siffatte osservazioni io proporrei:

1. L' impiegato che sente il terremoto lo annunci subito a qualche ufficio, che sia lontano almeno 40 chilometri, col quale possa più presto mettersi in comunicazione: se stava mandando un dispaccio, continui dicendo *terremoto* per due o tre volte e subito sospendendo per un poco. Se il moto sismico è avviato verso quella medesima stazione a cui andava il dispaccio, il che necessariamente succede per buona parte delle stazioni, l' avviso telegrafico arriverà 1', 2', 3'.... avanti alla scossa per distanze di circa 40, 80, 120.... chilometri. In questo lungo tempo di aspetto l' ufficiale avvertito si dia premura di studiare la corrente accidentale della linea, notando le deviazioni, le inversioni, i riposi dell' ago galvanometrico;

2. Ogni impiegato prenda nota del momento in cui sente il terremoto, e insieme descriva qualche principale fase del medesimo;

3. Dopo finita l' osservazione, faccia il conveniente riscontro dell' orologio, come la Direzione ha insegnato per il caso di un' aurora boreale (luogo cit. art. 4°). Con siffatte osservazioni non solo si scoprirà la perturbazione elettrica che spesso corre innanzi al terremoto, ma ancora sul fondamento dei tempi notati si potrà stabilire con esattezza il punto di partenza delle scosse e la loro velocità di propagazione. Adunque prendendo a cuore queste proposte e facendole attuare nel miglior modo possibile, la Direzione dei telegrafi si renderebbe oltremodo benemerita della scienza sismologica.

II. In secondo luogo bisogna raccomandare a tutti gli osservatori che, dopo aver determinata l' ora del terremoto, si diano gran premura di confrontare l' orologio da cui presero quell' ora

colla meridiana del luogo, o meglio coll' orologio del telegrafo, o meglio ancora con quello di qualche stazione vicina della ferrovia.

III. Sparsi gli osservatori italiani in gran numero presso lunghe linee di fratture vulcaniche, e fra molte sorgenti termali, sono in grado di scoprire facilmente molte leggi generali dei fenomeni sismici, sia considerati in sè stessi, sia riguardati come eco lontana delle maggiori tempeste e maree che agitano l' interno del globo. Per non mancare a questo compito, che dalla nostra stessa posizione ci sembra imposto, fa mestieri di moltiplicare per tutte le parti della penisola gli apparecchi sismografici, dai quali si abbiano almeno le direzioni e i punti di partenza delle scosse. Questo voto già da gran tempo veniva espresso dall' illustre De Rossi (*Gazz. di Genova* dell' 8 luglio 1868); ma per mandarlo ad effetto preme innanzi tutto che venga combinato un sismografo abbastanza esatto e non troppo dispendioso. Io ho fatto la mia prova, e per ora non saprei immaginare di meglio. Se il mio apparecchio non piacesse, o non rispondesse all' uopo, vediamo di congegnarne uno migliore, di cui abbiano poi a fornirsi tutti i nostri Osservatorii.

IV. In fine un avviso molto grave ai signori ingegneri costruttori di fabbriche.

Abbiamo visto che in un dato luogo i più forti terremoti battono più spesso in un verso, sicchè certi muri in certe direzioni sono tutti fessi, ed altri perpendicolari a quelli sono intatti, e che le volte sconnesse ed aperte per ondulazioni perpendicolari ai loro assi, o prima o poi, vengono dal terremoto atterrate. In una parola il terremoto è un nemico implacabile che battendo e squassando quasi sempre in un verso, co' suoi colpi ripetuti, benchè lontani e secolari, compie negli edifizi un lento ma indubitato lavoro di distruzione. Ora il pericolo che minaccia le volte è più imminente e più grave per le sue conseguenze di quello che può temersi dalle crinature dei muri. Perciò l' ingegnere costruttore di fabbriche, oltre a regolarsi colle condizioni del terreno, come non dee scordare le pressioni e i pesi straordinari che le sue costruzioni avranno a sostenere, così dovrà ripensare e seriamente riflettere che ogni tanti anni viene il nemico sotterraneo a squassare con moto convulso le fondamenta e le muraglie sulle quali egli getta larghi e

superbi vôlti: e sapendo da qual parte il nemico viene, o anche solo per che verso farà vacillare e dondolare le muraglie, dovrà provvedere che i suoi vôlti ricevano quegli urti non di fianco, ma nella direzione dei loro assi. Oggi, in mancanza di antiche osservazioni sulla direzione più frequente delle maggiori scosse, resterà pago a regolarsi sull' esame di antiche volte esistenti in quel paese, vedendo quali, a parità di condizioni, seppero serbarsi meglio illese in lungo lasso di tempo. Ma un giorno si avranno per tutte le parti d' Italia lunghe serie di osservazioni, che diranno per qual verso la terra e gli edifizi sono più spesso o più forte condannati a vibrare e a spostarsi; e di questi dati molto più utilmente e con perfetta cognizione potrà la scienza e l' arte delle costruzioni giovarsi.

Sono lieto di chiudere la presente memoria coll' indicazione di questo bello e utile frutto, che le modeste e lunghe fatiche dei meteorologisti debbono dare. Dalle loro osservazioni dipende in tutto il vero progresso della scienza sismologica, la quale se dalla geologia, di cui fin' ora fu considerata qual semplice appendice, riceve importantissimi lumi, pure come scienza essenzialmente dinamica può sperare solo dai meteorologisti il primo fondamento dei dati di osservazione, cioè la cognizione della provenienza, della forma, dell' andamento, della velocità dei moti geosismici. Un buon numero di sismografi sparsi per tutta la penisola, il concorso degli impiegati telegrafici nel modo che sopra ho detto, la discussione delle osservazioni in un ufficio centrale debbono presto svelarci le leggi primarie del tremendo fenomeno, che tanto spesso sommuove le terre italiane, e debbono condurci a ben precisare le misteriose azioni con cui l' elettricità lo precede e l' accompagna.

Urbino, 2 agosto 1873.

IL TERREMOTO E LE SUE LEGGI.

LEZIONE POPOLARE

PER L'INAUGURAZIONE DELL'ANNO SCOLASTICO 1873-74

NELL' UNIVERSITÀ DI URBINO.

PREFAZIONE.

Ho scritto la presente lezione popolare per spargere nel pubblico alcune notizie e teorie e ipotesi scientifiche intorno ad un fenomeno di Fisica terrestre, che per essere ben decifrato vuole il concorso di numerosi osservatori. In essa tratto principalmente del terremoto del 12 marzo 1873, che fu d' insolita veemenza qui in Urbino e in altre parti dell' Italia centrale, che erano state per lungo tempo fino a quel giorno in grande tranquillità: sì che niuno ricordava, e neanco i più vecchi, d' aver sentito mai tanto sconquasso, benchè per bontà del Cielo sia passato senza gran danni. Ma, trattando delle scosse di quel giorno, io verrò esponendo e spiegando alcuni generali concetti risguardanti qualsiasi terremoto, affinchè si abbia presente qualche lume teorico quando altri terremoti accadranno, e così più facilmente si metta attenzione ad osservare e registrare quelle cose che la scienza più desidera di sapere.

Anzi io intendo qui di fare premuroso invito ai miei amici e a quanti amano i buoni e utili studi, perchè da ogni parte, massime della Provincia nostra, mi si dia notizia dei terremoti che saranno sentiti, e di qualche osservazione ben accertata che sarà fatta sui medesimi. E vorrei ancora pregare che si avesse la bontà di mandarmi copia di antiche narrazioni di terremoti, che alcuno per avventura sapesse. Due illustri scienziati, il sig. Alexis Perrey in Francia (Lorient) e il sig. Michele De Rossi a Roma fanno tesoro di tali notizie: ed io loro manderei quelle che mi fossero favorite. Oltre di che potrei così tirare innanzi e correggere e completare l' elenco, che gia ho stampato, dei terremoti di questa Provincia; modesto in vero e facil lavoro, ma d' immensa utilità dal lato scien-

tifico geologico, e anche dal lato pratico, come si rileverà da più d' un capo della presente lezione.

Debbo poi avvertire che chi bramasse altre spiegazioni sugli argomenti trattati nel presente scritto, o volesse vedere con che diligenza sono stabiliti i valori numerici di molti dati sperimentali, potrà aver ricorso al mio *Rapporto generale delle osservazioni fatte in Italia sul terremoto del 12 marzo 1873*, rapporto che viene ora pubblicato negli Annali della Meteorologia Italiana. Ma ciò che espongo nella presente lezione basterà certo per accendere in tutti un vivo desiderio di verificare all' occasione, che speriamo non troppo paurosa, le leggi che sembrano regolare la dinamica delle concussioni della crosta terrestre e le strane perturbazioni che le precedono, capaci di eccitare dolorose sensazioni in alcuni animali. Col pensiero rivolto ai punti principali che io verrò segnalando, ognuno potrà essere al caso di raccogliere qualche preziosa osservazione.

Ho messo grande studio nel dare al mio scritto una forma semplice e volgare, perchè a tutti possa tornar chiaro e gradito; come già procurai in un altro che avea per titolo *La forza considerata nelle sue principali trasformazioni*, letti ambedue in eguali circostanze, cioè alla solenne riapertura dell' anno scolastico nella nostra Università. Io credo che la scienza non debba disdegnare queste semplici forme, perchè i suoi dettati, se sono ben intesi e ridotti a giusta precisione, compariscono sempre abbastanza facili e sono anche splendenti e belli come la luce del giorno. Sarei lieto di aver raggiunta questa studiata facilità di esposizione, perchè allora potrei sperare dalla mia fatica il miglior frutto desiderabile, qual sarebbe di procacciare alla scienza sismologica nuovi numerosi cultori, e quindi copiosa messe di nuove osservazioni.

SOMMARIO.

Breve descrizione del terremoto del 12 Marzo 1873 in Urbino. — Forma dei moti geosismici. — Studio per fissar le ore delle scosse. — Loro andamento nella Dalmazia e Istria. — Calcolo della loro velocità. — Altra origine di scosse tra Firenze e Norcia. — Connessione tra le due serie di scosse. — Esse furono di terremoto *tellurico*. — La seconda fase parve indipendente dalla prima. — Singolare carattere del terremoto delle zone littorali. — Considerazioni teoriche sulle oscillazioni delle fratture vulcaniche. — Riprova offerta dai terremoti di 20 anni in Urbino. — Consigli per la disposizione delle fabbriche. — Varia efficacia dei terremoti in vari terreni. — Si conferma con osservazioni fatte in Urbino. — Riscontro nel terremoto del 24 aprile 1741. — Fatti relativi al presentimento degli animali. — Bel fenomeno osservato in un animaletto. — Esperienza felicemente eseguita sul medesimo. — Spiegazione insufficiente. — Una signora svenuta poco prima del terremoto. — Mia ipotesi per la spiegazione di questi fatti. — Alcune prove ricavate dall' osservazione. — Proposta di osservazioni ai telegrafisti. — Influenze cosmiche e riposo della terra. — Esortazione ai giovani.

È notte avanzata: fischia forte il vento, e nere nubi passano sulla faccia della luna. L' orologio a tempo medio di Roma batte le nove ore: il vento a grado a grado si abbassa; in breve l' atmosfera è in calma perfetta e un' alta quiete regna per tutto. Pare che la natura raccolga in segreto le sparse forze per erompere minacciosa in qualche grande manifestazione. L' orologio segna 4′ dopo le 9 ore, e ad un tratto inquieti si dibattono i volatili, molti animali fuggono spaventati o deliri, e qua e là alla campagna lunghi ululati mandano i cani. Ma nulla vediamo di nuovo nella terra o nell' aria. Il vento continua a tacere, e nere nubi passano sulla faccia della luna.

Ecco di sotterra o per l' aria si leva una romba.... pare mormorio di vento, poi mugghio di tuono: si appressa col fragore della locomotiva, e finisce in orribile suono qual di fischiante procella. È il terremoto: e batte con fitte e strette vibrazioni, che giungono a un grado di forza non ordinario, e poi via via decrescendo sembrano voler quietare. Ma invece a un tratto ripercuotono con più fragorosa energia e in direzione diversa dalla prima.

Traballano i muri e si fendono, ondeggiano le volte e si aprono, cadono mattoni, tegoli, soffitti, cammini: è un fracasso tremendo, e innumerevoli grida di spavento fanno pauroso accompagno al cupo urlo della natura, all' alto frastuono degli squassati edifizi. Finalmente la furia dei moti cessa: le oscillazioni sono lente e strette: resta un vago tremollo, che a grado a grado si spenge.

Il fenomeno è passato: il vento torna forte a fischiare: gli animali si rimettono nella quiete ordinaria: la natura riprende il regolare suo corso.

Il fenomeno è passato. Ma quale ne fu la causa, quali le leggi, quali i precedenti, quali le conseguenze, quale l' ordine delle scosse, quali le influenze sugli animali? E poichè una scienza dei terremoti digià esiste, trova essa la scienza sismologica nel terremoto del 12 marzo 1873 nessun fenomeno che disveli nuove leggi o nuove qualità delle forze interiori del nostro pianeta, o che porti a sospettare nuove reciproche influenze tra le forze interne e le esterne atmosferiche o cosmiche? Quanti problemi in un solo fenomeno! Di tutti cercheremo la soluzione certa o probabile.

Cominciamo senz' altro il nostro studio col farci una chiara idea della forma che prendono nella scorza terrestre i movimenti che per essa si propagano.

Il terremoto è essenzialmente un fenomeno dinamico, un fenomeno di trasmissione di forze, le quali, dove arrivano, muovono più o meno le masse a seconda della loro cedevolezza od elasticità.

Se una mina scoppia a non molta distanza, ci sentiamo d' improvviso trabalzare: e noi e il suolo e l' edifizio ci moviamo colla forza stessa che poco prima usciva dall' accensione della polvere, e che correndo sino a noi fece prima trabalzare tutte le materie che via via incontrava.

Mettete in fila dieci ragazzi piuttosto stretti l' un dietro l' altro, sì che ognuno guardi le spalle del vicino; e date una buona spinta all' ultimo. L' un dopo l' altro si piegheranno prontamente in avanti, e ognuno subito si rialzerà, meno forse il capofila che non trova resistenza a compire la sua caduta. E, se rinnovate le spinte, vedrete tutte le teste andare e venire come pendoli, e più d' uno

all' estremo opposto rappresentare i maggiori guasti che una trasmissione di moto può fare là dove minime o nulle siano le resistenze.

Quell' ondulare dei dieci ragazzi, e quel passar progressivo della ondulazione da un' estremità all' altra della fila, senza che i ragazzi escano dai loro posti, è proprio la giusta imagine dei moti che fa la materia solida del terreno quando propaga qualche grand' urto venuto di sotterra, cioè quando passa il terremoto. Tutte le parti del suolo si muovono in forma di onde, che la scienza chiama *geosismiche*, cioè vanno e vengono per piccoli tratti orizzontali, mentre al tempo stesso con alterno moto leggermente si alzano e si abbassano: come si vede in un galleggiante che per caso sia sopra un' acqua tranquilla, dove si getti un sasso: che mentre l' acqua sembra correre intorno con moti circolari, il galleggiante sale e scende ondulando, ma poco o nulla cammina; sì che ben s' argomenta che anche l' acqua via via in giro s' increspa, ma non corre alle sponde. Il qual moto è veramente quello che fa un vascello in mare, come appunto sembrò a molti negli scotimenti del 12 marzo. Il P. Secchi mi scriveva: « Vi fu un sollevamento sensibile, ma non rapido, e solo quale si prova a bordo di un gran bastimento. Fu una vera serie di ondate che passò sotto di me. Sentii inclinarmi e sollevarmi, indi abbassarmi, e ciò per tre volte almeno. Mi sentii girare la testa e turbare lo stomaco, come proprio fossi in mare. » E le vertigini provate a Roma si ripeterono quella sera per molte città, sino a produrre in alcuno tutti gli effetti del mal di mare; e in qualche luogo furono esse sole avvertite senza che fosse avvertito il terremoto, come spesso accade nei vascelli al principiar della corsa.

Premesse queste facili spiegazioni, egli è chiaro che a risolvere i vari problemi scientifici a cui un terremoto può dar luogo, fa mestieri ricercare in prima in che parte le sue onde cominciarono, e in che verso si mossero.

Adunque dove scoppiò la gran mina che la sera del 12 Marzo fe' traballare l' immenso quadrilatero che ha per suoi vertici Ragusa, Salisburgo, Aosta, Cosenza? E se non fu un' esplosione vulcanica nelle viscere del globo, ma piuttosto una bufera o marea

d' irrequieti vapori o bollenti lave (terribili furie che abitano l' interno del nostro pianeta), dove percosse in prima quella bufera o marea?

Ho il piacere, o Signori, di annunciarvi che credo di aver risoluto appieno l' arduo problema. Mercè il concorso di un gran numero di osservatori, ai quali mi rivolsi con ripetute circolari, mercè la lunga e leale corrispondenza aperta coi medesimi, potei correggere moltissime notizie che eran corse in principio pei giornali intorno al minuto preciso in che avvennero ne' vari luoghi le scosse. Così in una tavola generale, che mi composi, degli elementi del fatto (la quale vedrete pubblicata col presente discorso) introdussi quelle ore soltanto che risultarono ben corrette e sicure, rigettando francamente le dubbie. Questo scarto, fatto dopo lunghe e coscenziose disamine (di già esposte per esteso negli Annali della Meteorologia Italiana), questo scarto, dico, fu per tutto il lavoro la massima delle fortune: e posso oggi addurlo come ottima prova di quel principio di metodo, che bisogna attenersi alle poche osservazioni buone per discoprire il vero, e non alle molte non ben accertate, le quali più spesso servono a falsarlo e a nasconderlo. Con questa severa eliminazione restarono i tempi veramente giusti di sole circa 60 stazioni: e sull' istante parecchie leggi vennero in chiaro, come lampi che diradano un gran buio, dove lungamente avea dubitato di perdermi.

Udite i tempi (tutti ridotti al meridiano di Roma) delle scosse avvenute quella sera sull' altra riva dell' Adriatico.

Stazioni	Latitudine	Ora	Direzione
Ragusa	42. 37	8. 56 1/4	SE a NW
Spalatro	43. 30	9. 2 1/3	SE a NW
Sebenico	43. 48	9. 2 1/2	SE a NW
Zara	44. 7	9. 0	SE a NW
Pola	44. 52	9. 4 1/3	SE a NW
Pisino	45. 13	9. 4 5/6	—
Fiume	45. 20	9. 4	E a W
Umago	45. 25	9. 5 2/3	—
Venezia	45. 26	9. 7 1/2	SE a NW, N a S
Trieste	45. 39	9. 4 2/3	—

Cioè le ore vanno crescendo quasi proporzionalmente con le latitudini. Per veder meglio questo andamento, prendiamo la media dei tempi per ciascun grado di latitudine, ossia per vari punti successivi distanti fra loro prossimamente di 1° di latitudine, riunendo insieme le prime tre osservazioni, poi la quarta e la quinta, e infine le altre cinque in un sol gruppo.

Così si ottiene

	Latitudine media	Ora
Ragusa-Sebenico	43.° 19′	9. 0′ 2/5
Zara-Pola	45.° 27′	9. 2′ 1/5
Pisino-Trieste	45.° 25′	9. 5′ 3/5

Ognun vede che la progressione viene anche troppo bella e parlante. Dunque sulla costa Dalmata le onde sorsero dai dintorni di Ragusa, e comparvero più tardi a latitudini più alte. Di più la direzione dei moti, che in sei lontani punti di quella zona fu da SE a NW, dimostra, in buona armonia coi tempi, che il terremoto di Trieste e di Venezia non fu che l'urto fatto prima verso Ragusa, trascorso di là per onde successive fino agli ultimi sproni delle Alpi.

Anzi il progredir di quei moti è così regolare, che pensai potersene cavare un dato sismologico che raramente incontra di poter con sicurezza stabilire, cioè la velocità del terremoto.

Prendendo di mira le stazioni di Ragusa e Venezia, e poi quelle di Spalatro e Venezia, calcolai in prima le loro distanze sopra un arco di circolo massimo della terra, ed ebbi i valori seguenti:

da Ragusa a Venezia . . . . . 299′
ossia . . . . . 299 miglia italiane
eguali a . . . . . 554 chilometri
da Spalatro a Venezia . . . . . 209′
ossia . . . . . 209 miglia italiane
eguali a . . . . . 387 chilometri.

La prima distanza percorsa in 11′, 17 dà la velocità di
50 chilometri nel minuto primo.

L' altra percorsa in 5′, 17 dà la velocità di
75 chilometri nel minuto primo.

Quindi risulta una velocità media di

62 chilometri in 1',

quale molto spesso in altre circostanze fu trovata da vari osservatori. E prossimamente può dunque tenersi che il terremoto fa un chilometro nel minuto secondo. Questo dato però varia necessariamente, secondo lo stato più o meno compatto od elastico delle materie percosse. Il sig. Mallet, sperimentando con cariche di polvere sepolte nel suolo e accese colla scintilla elettrica, trovava che nel granito le vibrazioni corrono con velocità doppia di quella che hanno nella sabbia.

Più singolare apparisce l' andamento dei tempi nella penisola italiana. Ordinandoli secondo le latitudini crescenti, non se ne cava un senso: ordinandoli a rovescio neppure; e neppure ordinandoli in cerchi successivi intorno ad un punto o ad un altro. Allora considerai separatamente la zona centrale distesa per l' asse della catena appennina e le zone laterali adiacenti all' Adriatico e al Mediterraneo: e venne fuori la legge del fatto veramente inaspettata.

Eccovi per le tre zone i tempi delle scosse:

(*Qui si ripete il prospetto già riportato a pag. 111.*)

Facilmente al solo udire questi numeri avete indovinato con che ordine dovettero camminare le scosse. I tempi della zona assiale sono molto bassi, più bassi degli altri, e fra loro molto eguali. Il terremoto batteva quella linea al momento in cui l' orologio dei telegrafi e delle ferrovie segnava prossimamente ore 9. 2': mentre assaliva e scoteva il lido Mediterraneo a ore 9. 6' 1/2 e il lido Adriatico a ore 9. 4' 3/4. Adunque nel mezzo della penisola, alle origini dell' Arno e per lungo tratto presso il letto del Tevere, da Firenze a Norcia, percosse in prima il terremoto: là nacque e saltò fuori già grande e terribile, non da un punto solo, ma tutt' in una volta da Norcia, da Spoleto, da Todi, da Foligno, da Perugia e dalle vicinanze di Firenze. Venne cioè il sotterraneo demone con larghissima potenza a investire ad un colpo gran parte della penisola, e di là stese le cento braccia a scuotere con moto convulso ambedue i lidi da Foggia a Venezia, da Cosenza a Genova, e le

lontane creste delle Alpi. A tanta potenza e vastità di origine non potea non corrispondere largo lontanissimo effetto.

La scoperta dei due focolari o centri di movimento, operanti a Ragusa a ore 8. 56' 1/3 e sotto i dorsi Appenninici a ore 9. 2' ci porta intanto a dimandarci se v'ebbe alcun intimo accordo, alcuna connessione tra le scosse di Dalmazia e quelle della penisola.

Il moto avvenuto a Ragusa 6 minuti prima che a Perugia potea certamente in questo intervallo di tempo aver traversato tutto il letto dell' Adriatico ed esser giunto fino a noi. Ma in tal caso i primi assalti sarebbero stati contro il lido da Ravenna a Pescara, e non prima dentro terra e assai lontano, e poi sulla spiaggia Adriatica. Adunque le tante schiere di ondulazioni capitate quella sera in casa nostra non partirono direttamente dall' altra riva dell' Adriatico.

Tuttavia, se si riflette che l' Appennino tremò a ore 9. 2', e alla stessa ora in punto tremava oltremare il paese tra Zara e Pola, e che i moti d' Italia e Dalmazia erano tra loro paralleli, cioè gli uni e gli altri con oscillazioni dirette per SE-NW, bisogna dire che qualche ragione di colleganza e anzi di unità tra loro dovea esserci. L' illustre Perrey, il primo forse tra i moderni maestro in Sismologia, mi confermava in questa sentenza scrivendomi: « Le » scosse sentite il 12 marzo in Italia e sulla costa orientale del- » l' Adriatico mi sembrano manifestazioni di un solo e medesimo » fenomeno. Io mi propongo di presentarle come tali nelle note » sismologiche che farò sull' anno 1873. »

Nè forse è difficile di trovare la segreta ragione che dava unità ai due fenomeni. Io m' imagino che al di sotto dell' ultima regione meridionale dell' Adriatico il fuoco sotterraneo coll' instabile atmosfera dei suoi vapori giungesse quella sera a più alta violenza di straordinarie ondate, mosse forse per lunga serie di azioni e reazioni dai contemporanei terremoti di San Salvador in America, e dalle note potenti influenze della luna, che era allora nel suo pieno. Una poderosa corrente salita dal profondo verso NW, si sarà divisa qua e là in quanti sbocchi e canali sotterranei incontrava. Un suo ramo andò difilato alla costa Dalmata; un altro, o piuttosto la parte maggiore, salì sotto l' Italia, e venne innanzi grosso e veloce pei cavernosi condotti che sottostanno alle catene appennine. Il suo

corso era intanto annunciato dalla cupa romba che per tutto si destava e cresceva; era annunciato da certe minime fitte vibrazioni, che noi direttamente non sentivamo, ma facevano sonare i cristalli delle grandi invetriate, come fu nel Collegio. L' insidiosa e profonda corrente traversava allora le note gallerie, costeggiava le antiche trincee, atterrava facilmente i minori ostacoli, e piena, pesantissima, avanzava, finchè maggiori resistenze non trovò sotto le valli del Tevere. E là dovea trovarle. Udite maravigliosa coincidenza.

Al primo formarsi ed alzarsi della catena appennina, o dopo, avvennero presso la Falterona e Firenze deviazioni e piegamenti considerevoli per effetto d' immense pressioni laterali fatte dalle ultime diramazioni alpine: sì che, al dire del geologo Scarabelli, i seni appenninici, che ivi si vedono, compariscono ordinati come le pieghe di aperto ventaglio che si chiuda: e infatti gli assi delle vallate dell' Arno e del Tevere si dipartono dal punto stesso dove l'Appennino presenta un' inflessione presso la Falterona, e si avanzano con divergenza molto simmetrica rispetto al crinale dell' Appennino medesimo, chiudendo tra loro in Toscana uno spazio triangolare rialzato nel mezzo. Là dunque sotto le valli del Tevere le pareti degl' interni condotti del fuoco, contorti e dislocati, debbono maggiormente riflettere gli urti di una corrente di vapori o di lave, che giunga straordinaria a percuoterli.

Perciò è probabile che le pesanti e tempestose onde, che percorsero tanto tratto di terra senza grandi offese, in quei luoghi appunto dovessero fare violenta concussione e cominciare l' orribil soqquadro, che si dilatò a quasi tutta la penisola.

La singolare coincidenza che ho incontrata mi avrà forse spinto troppo avanti nel comporre una razionale spiegazione: ma lasciando pure di comprendervi alcune circostanze più particolari, basta di aver veduto come falcilmente poteva nascere quella concordanza dei tempi e delle direzioni nei moti d' Italia e Dalmazia, non collegati per ragione di dipendenza e successione, ma sì per comunanza di origine, ossia per vincoli di non lontana parentela, anzi di fratellanza.

Con che io vengo a dichiarare che il terremoto del 12 marzo

è da porsi nell' ordine di quelli che l' illustre prof. Stoppani denomina *telluricí,* perchè prodotti da lontane cagioni, e non dal vulcanismo del distretto. Nella qual sentenza mi confermavano tutte le notizie che mi procurai dello stato in che si trovavano quel giorno e quella sera i grandi e piccoli crateri di vulcani e di acque termo-minerali della penisola.

« La Calabria (mi scriveva il Palmieri), che può dirsi la patria dei terremoti, non si è risentita affatto. Il sismografo elettro-magnetico dell' Osservatorio Vesuviano, che suole annunciare i terremoti alcuni giorni prima, non ha mancato anche questa volta di fare il suo ufficio. Esso fu inquieto il giorno 8 fino alle ore 10 antim. Ma nel giorno 12 era quasi tranquillo, come suole avvenire nel momento che la sua previsione si avvera. »

Col Vesuvio taceva l' Etna; e nulla appariva di straordinario nelle Terme Ascolane di Acquasanta e nelle Terme di Bagno. E anche dopo il terremoto tutti i piccoli e grandi crateri seguitarono a tacere. La calma del Vesuvio, al dire dell' istesso Palmieri, durò *veramente insolita* fino al maggio.

Vero è che il vulcanismo italico, dal settembre 1872 fino ad oggi, si trova in una certa straordinaria inquietezza, e, or qua or là, romoreggia, scuote, rovina, e non ci lascia posare. Ma tali manifestazioni hanno sempre un carattere tutto proprio e ben distinto: cioè cominciano con un forte sussulto nel luogo di origine, e di là si propagano intorno a varie distanze, proporzionate all' energia del primo urto. I quali caratteri non aveva il terremoto del 12 marzo; perchè scarsi e deboli furono generalmente i sussulti, e anzi neppure avvertiti in alcuni punti della stessa linea centrale: e di più, se in questa linea fosse stata l' energia delle scosse proporzionale in qualche modo alle immense distanze che quindi percorsero, nessuna città vi sarebbe rimasta in piedi.

Per le quali considerazioni non può dunque attribuirsi ad una semplice esplosione del vulcanismo italico il terremoto del 12 marzo. Anzi è da pensare che le forze vulcaniche della penisola sorprese, vinte e come rimorchiate da estranea corrente, perdessero in quell' ora ogni potenza e forma di loro ordinarie operazioni.

Altre cose deve ancora dirci l' attento esame fatto sulle osser-

vazioni raccolte. Seguitemi nello studio delle direzioni delle scosse; e vi prometto che arriveremo alla scoperta di una nuova e stupenda legge di geologia dinamica.

Tutte le stazioni prossime all'Appennino, comprese fra le latitudini di Velletri e di Firenze, ebbero il terremoto in due direzioni successive diverse. Questo fatto si vede a colpo d'occhio nella tavola generale delle direzioni.

Inoltre, fra le due serie di scosse fu con certezza segnalato in circa 20 di quelle stazioni un intervallo di sensibile diminuzione, e in qualche luogo anche di quiete. Perciò è da dire che furono realmente due terremoti distinti, i quali poterono sembrare tutt'uno, dove la elasticità dei terreni o delle fabbriche conservava più a lungo le vibrazioni ricevute dal primo. Osservando nel quadro generale, facilmente si vede che per il primo terremoto prevale una direzione vicina alla linea di SE a NW, e per il secondo la direzione di SW a NE. Le quali due direzioni sono tra loro incrociate ad angolo retto, e perciò stabiliscono fra le due serie di onde tanta differenza, da farle perfino sospettare tra loro indipendenti e quasi di origini al tutto diverse: singolare fenomeno che possiamo meglio esprimere e rappresentare traendo una similitudine dalle onde di un fiume. Immaginiamo che una subita fiumana passi improvvisa tra saldissimi argini con gran strepito e furia, e poi, mentre tutto sembra tornato in quiete, ad un tratto gli argini vacillino, mille rotte si presentino a destra e a sinistra, e inondanti fiumane si versino da ogni parte, che scendano perpendicolari alle linee degli argini e corrano di fianco a lontane distanze. In questa artificiosa imagine è la viva espressione dei fatti, quando si porti il pensiero dalle onde dei fiumi alle ondulazioni della terra.

Infatti, lasciando qui di accennare altre prove pur molto significanti, voglio solo che ripensiate come tutte le stazioni da Rimini a Pescara (si tratta di una linea che sulla ferrovia misura 240 chilometri) ebbero il terremoto a un colpo, a ore 9 5' circa; quasi che il terremoto, che non ha la velocità del fulmine, ma fa solo 60 chilometri nel minuto primo, fosse caduto come un fulmine su tutta quella linea. Non è egli uno strano fenomeno che una linea, che vuole circa 4' per essere corsa dal terremoto, sia tutt'intera

battuta in un istante medesimo? Se non fossi stato sicuro dei tempi, e appieno tranquillo sulla diligenza messa nello sceglierli e correggerli, non avrei davvero creduto a questo fatto: e una gran tenebra sarebbe rimasta sul mio problema. Ma il fatto è certo; e coi dati che abbiamo è facile eziandio argomentare della sua causa.

Se le onde arrivarono a scuotere il lido in un medesimo tempo, esse dunque non lo corsero nel senso della sua lunghezza, ma l'urtarono di fianco. Ora risaliamo queste correnti ondose venute perpendicolari al lido: risaliamole dentro terra per iscoprire le loro sorgenti. Risalendo la corrente venuta a colpire la spiaggia di Rimini, noi andiamo a passare in vicinanza di Firenze. Risalendo le linee di vibrazione discese alla spiaggia di Civitanova, arriviamo appunto nei dintorni di Norcia e Spoleto. Ecco di nuovo ritrovata e determinata sugl' indizi dei terremoti del lido la nota zona che ebbe il terremoto centrale anteriore a tutti gli altri; perchè al di là, cioè sui versanti occidentali, i tempi sono più alti. Veramente adunque le scosse che scesero a investire di fronte i due lidi vennero dalla zona assiale della penisola come da fiume che rompe gli argini, e dilaga e inonda a destra e a sinistra sino a lontane distanze. Poichè dunque i terremoti littorali ebbero i loro centri nell' interno della penisola, dovranno essi dirsi non *tellurici*, ma al tutto italici, cioè unicamente dovuti alle forze vulcaniche del distretto? O furon essi necessaria conseguenza e come complemento del primo?

A questo punto, o Signori, il mio ragionamento proverà di elevarsi all' altezza di una teoria generale, per dimostrarvi una legge che abbraccia tutti i terremoti d' Italia e innumerevoli altri.

Quando le forze interne del globo con impetuose spinte, o lenta continua pressione, costrinsero la crosta solida terrestre, tutta coperta dai mari primitivi, a sollevarsi in forma di isole o di vasti continenti, qua gonfiandosi in lunghe giogaie, là spingendosi con sublimi punte in seno alle nubi; allora le interne volte, contro cui quelle forze operavano, dovettero in molte parti fendersi con isquarci, dove più larghi, dove meno, estesi a quasi tutto lo spessore delle volte medesime. Ora una porzione della crosta non

può elevarsi ad angolo sulla vicina, se dentro, sotto la linea da dove comincia il sollevamento, non succede una rottura. Immaginatevi questa facile esperienza: di prendere una crosta di pane e di romperla senza staccare i pezzi, ma solo alzando e inclinando una parte sull' altra: avrete al di fuori una semplice crinatura, che segna l' intersezione fra le due parti, e, dentro al di sotto di essa, un lungo vano che segna il distacco dei pezzi nello spessore nascosto della crosta; sì che esteriormente rimangono molti incastri di parti con perfetti contatti, e al di sotto ogni contatto è tolto. La scorza solida del globo fece appunto come quella crosta di pane. Per la qual cosa voi subito penserete quanti vani lunghissimi, quante gallerie si troveranno necessariamente al di sotto della penisola italiana, le quali specialmente dovran correre parallele ai due lidi, seguitando le basi delle principali catene, cioè quelle linee presso cui le grandi schiene dei monti si alzarono sulle prossime pianure. E di più i primari trafori s' intrecceranno con tanti altri, diramantisi in molte guise, a seconda delle varie sinuosità delle linee di sollevamento. Imperciocchè (permettetemi un esempio volgare portato dallo Scarabelli) in principio dovette avvenire quel che si vede in piccolo sui tortuosi sentieri che sotterra si scavano le talpe, che pur fan nascere alla superficie vere catene di montagne in iscala infinitesima, le quali ad ogni variar di curvatura s' infrangono in varie linee, e anche fuori si mostrano tutte intersecate di fratture quasi simmetriche.

Adunque ogni volta che le forze vulcaniche, in forma di scatenati vapori o di laviche correnti, verranno a cozzare sotterra contro il suolo italiano, s' incontreranno a dover fare lor furiose scorrerie per una vasta rete di trafori e cunicoli formati dalle interne fratture, che numerosissime solcano per ogni parte lo spessore delle nostre terre.

Riprendiamo ora quella crosta di pane della nostra esperienza; e tenendo una parte alta e inclinata sull' altra, quasi schiena o versante di montagna sui piani vicini, guardiamo com' è conformato il vano interiore, dov' è avvenuto il distacco delle parti.

Sotto la linea d' intersezione, che tiene ancora lievemente uniti i due pezzi, voi trovate un vano prismatico fatto così, che le due

pareti tra loro distaccate stanno ad angolo l' una sull' altra, fanno spigolo nella linea superiore di frattura, e al basso si allargano. L' istesso dovrà essere nella crosta della terra: cioè le interne gallerie, almeno le maggiori, avranno una forma media generale molto somigliante alla prismatica, colle pareti convergenti verso l' alto, come fossero lunghe caverne formate da vòlti a sesto acutissimo.

Se dunque un' onda vaporosa o lavica vien dentro a battere e a premere con nuova energia, che avverrà egli dopo i primi sbalzi dati da quelle volte nel senso dell' urto?

Il prisma, che si fa entrare a forza in un legno, tende a spaccarlo con pressioni laterali, come dimostra molto bene l' operaio che ci prepara la legna da bruciare. Così l' impeto fatto dalle forze vulcaniche contro le interne fratture prismatiche tenderà a spaccare la mole delle terre sovrapposte e adiacenti. Ma queste, coll' immenso peso delle alte e lunghe giogaie, prontamente reagiranno contro quegli urti laterali; e perciò ondeggeranno avanti e indietro, allontanandosi e avvicinandosi con alterna vicenda alla linea di frattura: compiranno cioè una serie di oscillazioni trasversali, che saranno la seconda fase del terremoto; le quali si propagheranno per linee perpendicolari alla linea di frattura; e correndo perciò in direzioni fra loro parallele, arriveranno in tempi eguali a distanze eguali, sì che tutta una linea lontana, parallela alla linea di frattura, trabalzerà d' un tratto, come percossa dal fulmine.

Ecco, o Signori, come con semplice sintesi siamo giunti a spiegare la parte più maravigliosa che vedemmo nel terremoto del 12 marzo. Ed ecco insieme stabilita con facili argomentazioni e col sussidio di gran numero di dati sperimentali una bella legge di geologia dinamica, che io annuncerò colle parole dell' illustre prof. Michele Stefano De Rossi di Roma, che primo la raccolse dalle osservazioni dei terremoti del Gennaio 1873: « Allo scoti» mento di una linea di frattura segue l' ondulazione trasversale » de' suoi labbri. » Grandiosa e semplice legge, che son lieto di aver confermata con tutte le raccolte osservazioni: provvida legge, che presiede all' equilibrio delle parti più sconnesse e, direi quasi, pericolanti della nostra terrena dimora.

Uditene una riprova e un' applicazione.

Tra le montagne che di sè fanno schermo

Dal torbid' austro al glorïoso Urbino

giacciono per noi le fratture vulcaniche, dalle quali più gagliardi e frequenti ci saranno inviati i moti laterali di cui discorriamo. Quindi, sul fondamento della legge annunciata, si arguisce *a priori* che in Urbino le direzioni prevalenti delle scosse maggiori dovranno essere intorno alla linea che corre da SW a NE.

Concepita questa teorica deduzione, io presi ad esaminare tutti i piccoli e grandi terremoti notati dal 1850 fino ad oggi nel mio Giornale Meteorologico; e da 24 direzioni ben determinate ebbi i seguenti numeri proporzionali:

Scosse da	S	a	N	8	su 100
	SSW	a	NNE	0	
	SW	a	NE	38	
	WSW	a	ENE	4	
	W	a	E	25	
	WNW	a	ESE	0	
	NW	a	SE	25	
	NNW	a	SSE	0	

Le osservazioni di 20 anni mostrano dunque che, sopra 100 terremoti, 33 hanno per noi direzioni sparse presso la linea da NNW a SSE, e i rimanenti 67 sono appunto sulla linea prevista, vicina a WSW-ENE: e per di più le due linee son tra loro perpendicolari, in conformità dei concetti sovra esposti. Una riprova più bella non potea dunque sperarsi.

E viceversa, se in un terremoto non sentiamo sopraggiungere l' onda perpendicolare alle fratture appenniniche, possiamo subito indovinare che le fratture si stettero tranquille o quasi tranquille. Così, quando la mattina del 29 Giugno di quest' anno ci svegliammo scossi e sbalzati da una fitta serie di vibrazioni che non finivano mai, io attesi se veniva l' oscillazione da SW. Non venne: e sull' istante, come se il terremoto avesse portato seco l' etichetta della sua provenienza, dissi e pubblicai che le vicine città dell' Appennino dovean aver tremato molto leggermente. E fu così: la forza vulcanica erasi ridotta e sfogata in un angolo remoto delle

Alpi, cangiando liete campagne e lieti paesi in lacrimoso teatro di subite rovine, di atroci strazi, di atrocissime morti, di sgomento universale.

Ma di più quella legge dinamica è feconda di un' utile e inaspettata applicazione.

Se presso e sopra le fratture vulcaniche i maggiori terremoti ondulatorii seguono costantemente una direzione identica, chiaramente si deduce che gli edifizi, o almeno quelle parti dei medesimi che per l' ampiezza loro, o per altre ragioni meccaniche, sono più facilmente in pericolo di gravi danni o di rovina, voglion essere orientati e disposti piuttosto in un modo che in un altro. Nè giova illudersi pensando che di rado, o come per caso, o con debole forza, il nemico sotterraneo verrà a squassare con moto convulso le muraglie e i larghi superbi vôlti, sotto i quali un immenso popolo spesso si accoglie. Il nemico sotterraneo certamente viene, ed è implacabile, tremendo. Perchè?... Perchè ripete i suoi colpi lontani, secolari, sempre in un verso. È questo il segreto (che ormai la scienza ha decifrato) del lento irresistibil lavoro di distruzione che si compie negli edifizi sotto gli occhi delle generazioni che passano.

Signori, persino la grande facciata del magnifico palazzo dei Duchi di Urbino da molti anni è uscita di piombo, piegando appunto nel verso in cui sogliono battere i terremoti: e l' ultimo del 12 marzo che ha spinto e battuto come gli antichi, e come i futuri spingeranno e batteranno, la trasse viepiù fuori dalla verticale. Dio non faccia, e gli uomini si aiutino con l' opera loro, che un giorno s' abbia a dire: Qui fu un tempio dell' arte, un grande e caro monumento della storia.

La meteorologia, che per buona fortuna è oggi largamente coltivata in Italia, addita all' ingegnere per che verso vengono le scosse. Dai dati meteorologici apprenda egli dunque come deve orientare le sue costruzioni, e badi sopra tutto che i grandi vôlti ricevano le scosse nel senso dei loro assi, e non di fianco contro i piedritti; perchè al dondolare dei sostegni le volte si fendono, e per nuovi colpi si sciolgono e cadono. Così appunto, per addurre un esempio, è accaduto a Fabriano, secondo che mi scrisse il

bravo prof. Morbelli, della volta di un vasto tempio (S. Caterina), la quale il 12 marzo si ebbe le scosse perpendicolarmente al proprio asse, e rimase al tutto scompaginata e pericolante. Invece i grandi vôlti delle chiese di Urbino son tutti presso che intatti, perchè, cred' io, hanno i loro assi nel senso per cui vennero, quella sera e sempre, le maggiori scosse. Adunque in che verso anderanno disposti e orientati gli edifizi? Oggi io volentieri ammetto col Prof. De Rossi che, potendosi pur temere che giunga qualche volta assai potente anche l' onda parallela all' asse delle fratture vulcaniche prima dell' onda trasversale, ammetto, dico, che giovi di *disporre gli edifizi in maniera che le due onde abbiano a correre nel senso delle diagonali del fabbricato.* « L' onda sismica, dice il De Rossi, qualunque essa sia, la prima cioè o la seconda sua normale, passerà allora sotto l' edificio sostenendone essa stessa i muri opposti in angolo retto al suo passaggio. E non è soltanto teoretica questa mia proposta di legge architettonica. Essa è eziandio confermata da qualche osservazione sui monumenti. Sul quale argomento però, attesa appunto la sua pratica importanza, mi propongo di tornare espressamente, e nulla ne avrei accennato, se non avessi dovuto modificare alquanto il principio in genere ben fondato dal Serpieri. »

Prima di passare ad altr' ordine di fenomeni, voglio farvi riflettere che le scosse non possono avere neppure nelle varie sorta di terreni egual potenza ed efficacia da per tutto, e che il terremoto del 12 marzo ce n' ha fornita una prova inaspettata singolarissima per Urbino.

Vi sovvenga dell' esperienza dei 10 ragazzi descrittavi al principio, e del loro allineamento, e delle spinte, e del dondolare delle teste e delle persone. Se in qualche punto la fila non è abbastanza serrata, ivi gli ondeggiamenti sono più larghi ed anche molto scomposti: e forse per urti un po' straordinari e sgarbati c' è da vedere più d' un ragazzo per terra. L' esperimento somiglia un poco ad un altro che potreste fare sopra un biliardo. Mettete in fila quattro, sei o più palle tutte eguali, ma che stiano proprio coi centri in una stessa linea retta: e chiamate un buon giocatore che si pianti colla sua palla nella precisa linea dei centri delle pri-

me, e tiri a colpire l' ultima in pieno. Il colpo è fatto: il moto, ossia la forza, passa veloce da una palla all' altra; e appunto perchè passa, e passa per intero, l' ultima palla soltanto va via, e le altre stanno. V' ha dunque una legge meccanica, che dirà press' a poco così: il moto può propagarsi anche violentissimo a traverso una serie di corpi elastici, senza ch' e' dimostrino di muoversi. Ma dove il sistema mancasse di perfetta continuità, o dove non fosse elasticità perfetta, ivi dovrà essere un arresto di forze, le quali non potrebbero non isfogare nel luogo stesso tutta la loro virtù. Così un muro che sia percosso da una palla di cannone, non sapendo tradurre lontano la forza viva che riceve, subitamente si scioglie e rovina.

Da questi esempi chiaro s' intende come il terremoto dee passare innanzi quasi innocente dove trova elastica o molto solida compagine di materie, e deve fare gran guasti e rovine dove trova poca o niuna attitudine alla trasmissione della forza.

La scienza ha già registrati numerosi fatti che confermano la legge ora spiegata. Ma forse un fatto così singolare e costante, come quello che ora dirò, osservato in Urbino nel terremoto del 12 marzo e in altro terremoto antichissimo, ancora non erasi incontrato. Ve lo descrivo in breve, e ve ne do insieme la spiegazione.

Una parte della città di Urbino, quella che comprende le contrade dette di Cafante e di S. Polo, fu scossa la sera del 12 marzo solo lievemente, e non ebbe danni; mentre tutto il resto fu assai sconquassato. Ora, pei diligenti studi fatti su questi terreni dal mio egregio amico e collega il Prof. Federico Mici, risulta che la parte rimasta intatta riposa sopra una gran volta naturale (anticlinale eocenico) tutta pietrosa, stretta e incassata fra tante pareti molto resistenti, che già erano i fianchi di altre simili volte, ora troncate alla cima: e le altre parti della città molto più scosse ed offese stanno sopra strati (miocenici), che dal profondo salgono fino alla superficie in forma di semi-aperto ventaglio, e traversano per il lungo tutta la città, con direzione da NW a SE. Egli è dunque ben naturale che nell' ondeggiamento da SW a NE avessero questi strati a trovare così lieve resistenza da doversi muovere con larga

oscillazione, e restar forse in qualche luogo alcun poco lontani dalle posizioni antiche: mentre siffatta libertà di moti non potea aver luogo sulla più salda compagine di un robusto e ben fiancheggiato anticlinale. Così adunque l'interna struttura e disposizione geologica dei terreni della collina Urbinate spiega abbastanza la varia potenza delle scosse nei vari punti della città: e il fatto da noi osservato merita di essere inscritto fra tanti altri che dimostrano la legge enunciata.

E poichè le condizioni dei terreni non mutano, potremo ora ripetere con più profonda persuasione che i terremoti futuri spingeranno e batteranno come i passati, e là seguiteranno più a danneggiare dove più danneggiarono in passato. E per l'istessa ragione dovrà pur dirsi che quelle parti di un paese che oggi sono più rispettate dal terremoto, del pari saranno state anche in antico. Udite fortunata conferma di questo vero, che avrà pure pei nostri posteri il valore di scientifica profezia.

In una descrizione del gran terremoto di Urbino del 24 aprile 1741 (trovata nell'Archivio comunale dal Signor Luigi Felici) è detto dei gravissimi danni che ebbe a soffrirne la città, e della spesa, stragrande per quei tempi, di scudi romani 26,994 calcolata come indispensabile per eseguire tutti i necessari restauri. Ebbene, esaminando io tutto il conto e la minuta stima che fu fatta da una deputazione di mastri muratori, ho trovato che per tutta la parte di città che giace verso S. Polo (Parrocchia di S. Paolo), che è appunto quella regione che sentì assai poco l'ultimo terremoto, la spesa dei restauri risultava solamente di scudi 11. Adunque quella gran volta sotterranea gettata dalla stessa natura, quel robusto e lungo anticlinale stretto fra salde pareti, di cui ho detto di sopra, fu nel 1741, come nel 1873, rispettato dalla furia del terremoto: e certamente all'istesso modo lo rispetteranno i terremoti futuri, o almeno i più frequenti che vengono da SW. Posso io rallegrarmi di aver scoperto agli Urbinati un luogo di salvazione nel caso di lunghi e violenti terremoti? Posso io almeno lusingarmi che la facile scoperta faccia tutti ben persuasi dell'utilità della storia sismologica del proprio paese e circondario?

Con ciò lascio di dire degli effetti e delle leggi dinamiche del

grande fenomeno che con voi mi proposi di studiare, e passo a cose più recondite e quasi misteriose, che eccitano più ancora la curiosità del pubblico.

Il vento qua e là per l'Italia avea cessato di fischiare: l'aria erasi fatta grave e soffocante: nulla appariva di straordinario, e nondimeno gli animali o gemevano abbattuti, o spaventati urlavano, o deliri fuggivano. Venne la romba, venne il primo e il secondo terremoto, e si disse (come sempre) che gli animali l'avean presentito: molto teneri e delicati quegli animali, se si spaventano tanto di tremori che noi ancora neppur sentiamo, o se tanto si alterano per un tremore che indovinano vicino!

Che v'ha egli di vero, o Signori, in questa popolare credenza? Esaminiamo alcuni fatti ben curiosi avvenuti nel terremoto del 12 marzo, i quali narrerò con ingenua schiettezza, cioè secondo le relazioni ricevute e da me ben accertate; e risulterà, spero, assai probabile un'opinione e spiegazione che oggi credo di dover adottare, benchè in vero non vi fossi punto propenso.

Una famiglia di contadini sente all'improvviso un forte tramestìo e gridìo dei polli. Ci sono i ladri.... andiamo. Si armano e scendono precipitosi a pian terreno: trovano il pollaio vuoto.... ma ecco i primi tremori della terra e della casa che spiegano l'enigma. A Camerino (secondo una relazione del Prof. Casali) una famiglia di contadini uscì di casa per lo stesso motivo, e quando fu per entrar nel pollaio, la casa cominciò a traballare e in breve fu un mucchio di rovine. In molti luoghi i cani cominciarono ad abbaiare fortemente tanto prima del terremoto, che alcuni, sospettando dei ladri intorno alla casa, ebbero tempo di pigliare il fucile e di correre a cacciarli, non trovando infine che il brutto ospite del terremoto. A Nazzano assai prima delle scosse un gatto si diè stranamente a saltare, mettendo paura a tutti, finchè, trovata una finestra aperta, saltò via e fuggì per la campagna. A Viterbo, mentre tutte le galline si dettero pazzamente a fuggire, alcune oche, che erano chiuse, cominciarono a gridare in modo nuovissimo che parevano cani, e poi furono trovate distese in terra ad ali aperte, come fossero morte.

Udite grazioso racconto dei disturbi provati qui in Urbino da

una cagnolina prima di quel terremoto. « Io stava (son le parole originali dell' osservatore, che fu il Sig. Carlo Pettenati) io stava tranquillamente studiando nella mia stanzetta, dove regnava una quiete di tomba. Ad un tratto la mia fedele cagnolina scuote con violenza la testa e le orecchie, e il mio pappagallo squassa ripetutamente le ali. Io alzo gli occhi, li guardo, e mi rimetto allo studio. Ma ecco un forte latrato della cagnolina mi richiama l' attenzione. Vidi allora che essa guatava e fiutava rasente terra con aria sospettosa. Mi levo da sedere, do un' occhiata intorno: e nulla trovo di nuovo. Intanto la povera cuccia per due volte era venuta ai miei piedi, quasi cercando aiuto e protezione. Io che m' avea ben altro per il capo, la scacciai con brusche maniere, chè forse io stesso mi sentiva turbato. Di nuovo essa ripete il latrato, e per la terza volta si dirige verso di me e poi ritorna al suo canile. Anche il pappagallo seguitava a scuotersi, e si grattava la testa. O che siete matti, esclamai allora, che novità è questa? E sospettai che qualche topo si aggirasse per la camera: per lo che, presa la lucerna, mi accingeva a fare una novella ispezione.... ed ecco la camera barcolla, traballa ed io con essa. Quel che avvenne dipoi nol so: ben so che alla fine io mi trovai lungo e disteso a terra come corpo morto. Tutta la scena ebbe principio e fine in poco più di 5 minuti. »

Dei fatti di questa sorta ne avvennero in gran numero per tutto.

Non par egli dunque di dover concludere con piena certezza che una forza occulta si desta nella natura innanzi all' arrivo del terremoto, una forza che investe, addolora e strazia gli animali?

Ma seguitemi ancora nell' analisi di altre osservazioni, che credo nuove nella storia dei fenomeni fisiologici che accompagnano i terremoti.

A S. Angelo in Vado il Prof. Ernesto Antonini, chiaro e lodato per molti lavori nelle Scienze Naturali, stavasi nel momento del terremoto tutto solo nel suo studio con perfetto silenzio all' intorno; e sentì, poco prima delle scosse, un certo strido debole e acuto che sembrava il guaire di un animale. Di poi ancora per due volte, nel tempo che la stanza e gli oggetti tremavano, quel

sottil fischio si ripetè. Passato il fenomeno, che ivi fu di mediocre forza, o anzi piuttosto debole, si dette il bravo osservatore a cercare la cagione di quella insolita voce. Si ricordò che in un canto della camera aveva, ben chiuso in una scatola, un *Anguis fragilis*, volgarmente *Orbettino*, che stava ancora assopito nel suo letargo invernale. Apre la scatola, e trova che il piccolo animale è desto, e, sciolta la sua ciambella, dimena smanioso il capo, vibra la lingua, e di nuovo in quel momento ripete il suo tenue fischio. Il professore è sorpreso che il terremoto abbia cavata una voce da quell' animale, che per lui fu sempre muto, come muti avea trovati altri orbettini nel lungo corso di due anni. Richiude la scatola, e il giorno appresso visitatolo di nuovo, lo trova ristretto nella sua ciambella e tornato in letargico sonno.

Avuta dall' ottimo mio amico notizia di tal fatto, vidi sull' istante che con piccolo e facile esperimento si poteva risolvere un grande e difficile problema. Feci tra me questa argomentazione: se scotendo colle mani la scatola, dove l' orbettino dorme, di nuovo si desterà, e sibilando e vibrando la lingua si agiterà come per dolore o per paura, sarà segno che il terrèmoto operò su di esso come semplice forza meccanica; ma se, scotendo la scatola, resterà l' assopito animale muto ed immobile, sarà segno che qualche forza invisibile, non conosciuta, venne innanzi foriera e compagna del terremoto, e penetrò nel corpo dell' animaletto a pungerlo e tormentarlo.

Esposi il mio pensiero all' Antonini, che prontamente lo mise alla prova. Ecco la graziosa relazione che poi me ne fece:

« Presi la piccola scatola ove tengo in prigione l' orbettino, la posi sopra un tavolo, e scoperchiatala, mi misi a cullare il tavolo, mandandolo per ogni verso; ma l' orbettino non si scosse, nè sibilò. Quindi la posi sopra un elastico pavimento, e mi misi in compagnia de' miei ragazzi a fare l' altalena, affinchè il pavimento oscillasse. Tutto si ottenne regolarmente, ma l' orbettino nè si scosse, nè sibilò. In ultimo collocai la scatola sopra un largo tavolo, e questo mi detti ad urtare con violente scosse; allora l' orbettino fece solo un piccolo moto col capo da sinistra a destra, ma non si scosse e non sibilò. Ho ripetuto per qualche giorno tali pro-

ve, ma sempre con gli stessi risultati. Alla fine mi venne l'idea di fare un'altra prova. Aveva in pronto una piccola macchina elettrica d'induzione; caricata la sua pila, applicai i due poli uno sul dorso dell'orbettino e l'altro alla coda. Allora il povero animale si scosse violentemente e mandò un soffio, allungando la sua biforcuta lingua, tanto che io credetti d'averlo ucciso. Rifeci la prova, ma conobbi che il poveretto soffriva molto, e perciò tralasciai. »

Raccogliamo, o Signori, la preziosa e chiara legge che dagli accurati esperimenti del prof. Antonini si fa manifesta. Il terremoto, in quanto è semplice moto, non potea fare che l'orbettino si destasse dal suo sonno letargico, e provasse l'acuto dolore che in più modi dimostrò. Adunque conviene ammettere l'intervento di una forza occulta non ancora determinata.

So bene che molti fisici, assai pronti a negare quanto può sembrar maraviglioso ed arcano nella natura, ripugnano a sospettare segrete sconosciute operazioni non ancora determinate nei loro precisi caratteri. Ciò invero deriva da un principio buono più generale, che è di non introdurre nella scienza ignote cause, finchè alla spiegazione dei fatti bastano le note. Ma nel rigore dell'applicazione di questa legge spesso si cade nel falso, o si eccede, volendo ad ogni costo ritrovare nella natura i propri sistemi, o limitarla e modellarla sulla misura e forma di poveri manchevoli e troppo limitati concetti. E così un buon principio è guasto da una perniciosa tendenza del metodo o degli animi. Mentre invece gioverebbe assai meglio confessare in molti casi l'insufficienza del saper nostro, e lasciare ai fenomeni naturali quei loro vaghi indeterminati contorni, per cui sembrano fondersi e collegarsi con molti altri, e spesso ancora colla vita generale del creato.

Chi nega ogni segreta invisibile perturbazione nell'ora del terremoto, crede di trovare una spiegazione dei fatti in quelle magnifiche parole di Humboldt: « La terra trema: noi perdiamo d'un tratto la nostra confidenza innata nella stabilità del suolo. Fin dall'infanzia eravamo abituati al contrasto della mobilità dell'acqua colla immobilità della terra: tutte le testimonianze dei nostri sensi avevano fortificata la nostra sicurezza. La terra trema: questo momento basta per distruggere la esperienza di tutta la vita. È una

potenza sconosciuta che a un tratto si rivela: la calma della natura non era dunque che una illusione: e noi ci sentiamo violentemente gettati in un caos di forze distruttive. Allora ogni rumore, ogni soffio di aria eccita l' attenzione, e sopratutto si diffida del suolo su cui si cammina. Gli animali, massime i porci e i cani, provano quest' angoscia: i coccodrilli dell' Orenoco, d' ordinario muti come le nostre piccole lucerte, fuggono il letto agitato del fiume, e mandando ruggiti corrono alla foresta. »

Sublimi espressioni che dipingono con classici colori buona parte del fatto, ma non ne dicono tutte le ragioni; perchè gli animali mandano gemiti e ruggiti anche prima che la terra tremi; e non si levano e non urlano, e chi era in letargo non si desta per terremoti artificiali anche peggiori dei veri, e che più dei veri dovrebbero distruggere l' innata fiducia nella stabilità del suolo.

Vi dirò un altro fatto che viepiù conferma i nostri sospetti. Un' egregia signora di questa città, parecchi secondi innanzi al venire delle scosse si trova improvvisamente assalita da oppressione di respiro, da gran calore alla testa, da offuscamento della vista, da generale debolezza che la fa cadere in deliquio. La quale strana e curiosa sensibilità, cagionata in lei 8 anni fa dallo spavento provato per un terremoto, fece sì che la sera del 12 marzo ella poco si accorgesse delle scosse, perchè era già in terra svenuta. E poscia quando rinvenne del suo deliquio, si trovò così libera e franca, che facea coraggio agli altri e li assicurava che non verrebbero altre scosse. Del resto ella è robusta e coraggiosa, e discorreva con me del suo male e del terremoto con perfetta disinvoltura.

V' ha egli dunque, dimandiamoci di nuovo, qualche strana influenza che precorre e accompagna il terremoto? Certamente sì: e non potrebbesi negarlo senza farsi ciechi e sordi dinanzi alle manifestazioni della natura.

Adunque non resta alla scienza, alla vera scienza, che dee tener conto di ogni sorta di dati sperimentali, non resta che di moltiplicare le osservazioni e immaginare nuove ricerche per iscoprire, se sia possibile, il carattere di quelle invisibili azioni, che già il popolo, ottimo osservatore, prima degli scienziati avea conosciute ed ammesse. E poichè le osservazioni e gli esperimenti voglion essere

diretti da qualche lume d' intelligenza, e preordinati secondo speciali intenti, giova di metter l' occhio su qualche causa probabile che dia luogo a ragionevoli ipotesi da porre a riscontro coi fatti. Diranno gli altri le ipotesi loro: ecco la mia, che (già s' intende) mi pare accettabile e buona: e ne dirò le ragioni.

Nel 1840 un meccanico inglese nell' arsenale di Newcastle stava facendo alcune riparazioni ad una caldaia di una macchina a vapore, mentre da una fessura della detta caldaia usciva impetuoso un bel getto di vapore. Per caso, mentre teneva con una mano la leva della valvola di sicurezza, gli avvenne di toccare coll' altra mano il getto vaporoso: e in quell' istante vide uscirne vivaci scintille, e provò in tutto il corpo una scossa violenta. Allora per la prima volta si seppe che i getti del vapore acqueo sono fortemente elettrizzati, e in seguito Faraday trovava che quella elettricità è dovuta all' attrito delle gocciolette liquide lanciate fuori col vapore, e Armstrong componeva su questo principio la più potente delle macchine che servono a trasformare in elettrico la forza calorifica o meccanica.

Ora nelle viscere della terra, qui sotto, passata la grossezza di questo ponte su cui stiamo, è una densa torbida atmosfera che accoglie tutte le evaporazioni prodotte da molte materie infocate e liquefatte. E in quest' oceano gassoso domina in proporzione stragrande il vapore acqueo, come ce lo dicono le emissioni dei vulcani e il mostruoso pino che dai loro crateri si alza alle nuvole, e gronda acqua da ogni parte, e in torrenti di acqua si scioglie. Se adunque una bufera, un uragano, una grande marea o procella a un tratto sotterra imperversi, ecco qua e là violente fughe di vapori somigliantissime ai getti della caldaia di Newcastle e di mille macchine di Armstrong.

Perciò la gran macchina terrestre, che per tante azioni chimiche e per continui sbilanci di temperatura e per tante evaporazioni dev' essere perennemente ricca di elettrico, giungerà in tali straordinarie circostanze ad alte incoercibili cariche di violentissima tensione. Il che pure ci vien confermato dai fenomeni che accompagnano le eruzioni vulcaniche, perchè tra gli ammassi di fumanti nuvole che incoronano le ignivome bocche, frequenti guizzano e

scoppiano i fulmini. Cotanta elettricità repentinamente cresciuta non può essere senza gravi influenze dirette o indirette sullo stato elettrico della superficie terrestre e dell' atmosfera. E poichè l' elettriche azioni corrono e volano senza indugi, elle dunque verranno subitamente ad annunziarci le sotterranee burrasche, e saranno quali avanguardie dell' oste nemica che per profonde lontane vie insidiosa s' avanza, o quali telegrammi che il terremoto manda intorno per avvisare che tra poco verrà.

La sera del 12 marzo il telegrafista della stazione di Savignano poco prima delle scosse era in comunicazione colla stazione di Cesena, e stava ricevendo un telegramma con cui Cesena gli partecipava la partenza del treno a vapore. La macchina scrivente di Savignano lavorava regolarmente: quando a un tratto dà un certo scroscio come per nuova corrente che vi sia entrata: e nasce confusione nella scrittura del dispaccio. L' impiegato sorpreso guarda, esamina, e vede anche l' ago del galvanometro agitarsi in modo straordinario, come se in quel punto (son le sue parole) la stazione vicina fosse stata *messa a terra,* cioè fosse stato ristretto il circuito per avere aumento di forza. Egli cercava la ragione di quella novità, quando giunse il terremoto. Adunque, come succede al cadere dei fulmini, al primo avvicinarsi del terremoto era venuta per la linea una grossa corrente accidentale, effetto della perturbazione elettrica indotta nella terra e nell' aria.

Alla causa medesima dovranno attribuirsi le deviazioni degli aghi calamitati, che parecchi osservatori notarono nel medesimo terremoto e in tanti altri. Di più in alcuni paesi della Provincia di Ascoli furon visti frequenti lampi in quella sera, e straordinari indubitati fulgori ondeggianti per l' aria. I quali fatti consuonano con ciò che notava fin da' suoi tempi il celebre Beccaria, e con ciò che oggi scrive l' illustre Quetelet dei deboli e rari terremoti del Belgio, i quali, egli dice, son sempre accompagnati da forti commozioni elettriche. In Italia avea già notate queste singolari perturbazioni elettriche il prof. Ragona a Modena. Egli tiene nel piano superiore dell' Osservatorio un galvanometro sensibilissimo il cui filo scende da una parte nel suolo, e dall' altra comunica con una spranga di ferro che si eleva verticale sul tetto. « In occasione,

egli scrive, del terremoto del 25 giugno 1869 ho per la prima volta osservato un fatto notevolissimo, cioè che *i terremoti sono accompagnati da poderose correnti elettriche dirette dalla terra all' atmosfera.* Nel forte terremoto avvenuto la notte del 13 dicembre 1869 ho ugualmente osservato nel mio galvanometro intense correnti ascendenti. La stessa osservazione ho posteriormente eseguita in occasioni di altri terremoti (*). »

Egli è dunque ben probabile (anzi per me è indubitato) che molta elettricità libera si svolga nelle intestine convulsioni del globo, e che, attesa la sua fulminea velocità, raggiunga la superficie molto prima dei moti vibratorii, e alla superficie e per l' aria largamente si diffonda generando un' invisibile generale perturbazione, che vorrei denominare *burrasca elettrica.*

Ma sarà questa la vera causa che ingenera dolorose sensazioni negli animali, perchè essi gemono e fuggono, certo senza sapere che dopo di ciò la terra tremerà? Io lo credo, e ciò pure si comprende nelle mie spiegazioni. Ma quando varie questioni si presentano in un ordine di fenomeni, fra loro intrecciate e dipendenti, non bisogna abbracciarle tutte in una volta. Al punto a cui oggi è la scienza, io penso che debba essa principalmente occuparsi del modo e delle leggi che segue l' azione elettrica foriera del terremoto. E gli uffici telegrafici, dopo il bell' esempio fornito dalla stazione di Savignano, potranno darci sul fenomeno desideratissimi lumi. Il galvanometro che sta sotto gli occhi dell' ufficiale telegrafico, vibra e parla incessantemente, annunciando le interne palpitazioni e vicende della vita del globo. Se alle continue variazioni galvanometriche l' impiegato non potrà o non vorrà fare attenzione, non si lasci almeno sfuggire i più solenni momenti di straordinarie crisi, di violenti parossismi. E appena avverte un terremoto, lo annunci a qualche stazione lontana; imperciocchè, andando l' elettrico quasi senza tempo, e le scosse col lento corso di circa 50 chilometri al minuto primo, fra tante stazioni a cui è dato l' allarme

(*) Recentemente il P. Denza a Moncalieri ha notato delle improvvise e forti perturbazioni magnetiche nell' ora in che avvenne un terremoto a Cogne (Valle d' Aosta) e a Ravenna.

qualcuna ve ne sarà che avrà un aspetto di 2', 3', 4', per poter fare in molta pace importantissime osservazioni. Del resto la Direzione Generale dei telegrafi, a cui s' indirizzano principalmente questi voti, non avrà che da ripetere agli uffici le medesime istruzioni, che per il caso delle Aurore Boreali suggeriva sapientemente il grande astronomo di cui piangiamo l' immatura morte, il bravo e carissimo Gio. Battista Donati, che io ambiva di poter oggi nominare per offrirgli mesto tributo di affetti a nome della scienza e dell' amicizia.

Signori, il lungo e profondo esame dei fenomeni dinamici e fisici, che accompagnarono il terremoto del 12 marzo, ci ha dato i suoi frutti. Abbiamo assistito all' apparire dei moti geosismici su due punti lontani, abbiamo scoperta la loro mutua colleganza, abbiamo veduto il mirabil fatto dei raggiamenti normali alle fratture vulcaniche, abbiamo indovinata la perturbazione elettrica che fa gemere gli animali poco prima che il terremoto arrivi.

Io termino richiamandovi un momento alle due maggiori altezze, alle altezze teoriche a cui potemmo elevarci. Da queste l' occhio discopre nuovi e più vasti orizzonti. Un' invisibile atmosfera elettrica si aggira intorno a noi e sopra di noi. Le sue tempeste fanno gemere e urlar gli animali. Per essa, nutrita da una parte dalle emanazioni del sole (opinione che io divido con egregi scienziati), nutrita dall' altra dalla gran pila e macchina elettrica, che è l' interno del globo, per essa si riassume intorno di noi la vita della terra e la vita del cosmo; e per essa ancora (se son vere le deduzioni di Wolf) la terra profondamente risponde alle cosmiche influenze; e quindi ogni 11 anni palpita e vibra con maggiore energia, quando appunto maggiori tempeste e macchie si vedono sul Sole, e quando al tempo stesso più belli si dispiegano sulla Terra e sovra altri pianeti i dorati padiglioni delle aurore boreali.

La scienza attonita registra questi fatti fra gli altri misteriosi di meteorologia magnetica: imperciocchè anche il magnetismo ha le sue sterminate burrasche, e inoltre colle variazioni diurne e secolari dell' ago calamitato mostra di rispondere alle varie posizioni del

Sole e ad una causa ignota che sempre spinge e va e torna con lenta oscillazione della durata di circa tre secoli.

Ma confortiamoci che siffatte influenze, al pari di tutte le perturbazioni del sistema planetario, hanno un andare periodico, e non apporteranno sostanziali novità nella nostra piccola dimora. La fantasia può molto ideare, può sognare lente profonde trasformazioni: ma la scienza non si fa colla fantasia, e neppure coi soli probabili; bensì colla ragione dei fatti.

Dio chiaramente ha mostrato che la nostra specie è chiamata sulla terra ad una vita di tranquilla operosità, di forte universale dominio. Tutti i grandi cataclismi del globo furono mandati innanzi alla creazione dell' essere meraviglioso, che colle divine potenze dello spirito dovea dominare su tutta l' estensione dei tre regni naturali. Nonchè la piccola aiuola che ci fa tanto feroci, ma i sistemi tutti dei mondi materiali, volanti per lo spazio come foglie in balìa del vento, sono a servizio del mondo delle intelligenze; le quali, vivendo del pane del vero, tra loro si rispondono dai confini del creato, e tutte anelano con sublime aspirazione a riposare nel Vero e nell'Amore infinito. Così l' ultimo giorno o periodo geologico della terra, al quale fummo chiamati noi, noi che abbiamo intelletto e amore, è per la terra giorno di quiete. Solo pochi fra i grandi continenti compiono lente non pericolose oscillazioni; e le fratture vulcaniche sanno starsi da sè medesime in equilibrio, combattendo le forze sotterranee col mezzo della oscillazione trasversale. *Allo scotimento di una linea di frattura segue l' oscillazione trasversale de' suoi labbri.*

Io richiamo, o Signori, questo teorico risultato del nostro studio, sia per mostrare che una legge superiore di clemenza presiede oggi sulla terra agli stessi disordini della natura, sia per dirvi che la buona scoperta, così bene confermata nel terremoto del 12 marzo, potrà essere principio di molte altre, per le quali la nobil creatura che regna sulla terra colle virtù dell' intendere e del volere, arriverà forse per l' arte di razionali precauzioni, dedotte da lunghi e faticosi studi, arriverà, dico, a dominare sugli stessi terremoti.

A questi sommi propositi della scienza elevate i disiosi intelletti voi, o bravi giovani, che oggi qui ricominciate i lodati studi. Grande è l' ardore di gloriose opere che il cuore vi accende: vivo, profondo in voi il senso delle sublimi cose. Ma tutto sarebbe illusione e sogno, se alle fervide brame, ai generosi voti non seguissero sudori di molte fatiche. Aspirate dunque a una vita tutta studio e lavoro: studio serio e utile che nobiliti il cuore, che glorifichi l' ingegno: lavoro difficile, duro, costante, che vi prepari alle virtù e alle glorie dei grandi antenati. Se fu detto che l' uomo è re della terra, pensate che sul diadema reale, che adorna la sua fronte, sta scritto: Lavoro.

APPENDICE

SU ALCUNI FENOMENI SPECIALMENTE ELETTRICI OSSERVATI NEI TERREMOTI.

Registro qui altri fatti che sembrano dimostrare come l' elettricità atmosferica venga molto perturbata all' epoca dei terremoti. È questo uno studio nuovo, che io credo doversi intraprendere, cominciando dal raccogliere il maggior numero possibile di fatti. Spero intanto che il presente saggio renda più che mai persuasi gli ufficiali telegrafici del grande servigio che essi possono rendere alla scienza, adottando il sistema di osservazioni che ho suggerito nel mio Rapporto generale. Anche l' illustre prof. Michele De Rossi, che, con gran vantaggio della scienza, pubblica ora il Bullettino del Vulcanismo Italiano, trovava molto opportuni e felici i voti che io espressi di un attivo concorso degli impiegati dei telegrafi nelle osservazioni dei terremoti.

Le seguenti note sono tolte la più parte dalle diligenti e preziose memorie di M.r Alexis Perrey, e da un catalogo di terremoti redatto da P. T. S. (Padre Tanzini Scolopio). Indicherò le prime con (A. P.), le altre con (P. T.). Certamente sono fatti che vorrebbero essere bene accertati. Intanto giova riportarli come sono scritti. Altri, fornito di più libri, potrà grandemente moltiplicarne il numero.

Non cito quei terremoti che furon accompagnati da lampi o temporali nella stagione estiva.

Anno 114. — Il terremoto che distrusse Antiochia fu preceduto da gran colpi di fulmine, che tennero dietro ad un vento impetuosissimo. (P. T.).

A. 1355. — Terremoto in Inghilterra preceduto da gran colpi di fulmine. (P. T.).

A. 1663. 5 Febbraio. — In un forte terremoto avvenuto al Canadà, il P. G. Lallemant descrive i seguenti stravaganti fenomeni, che sembrano accennare a manifestazioni elettriche, alterate poi dalla fantasia. Si videro spettri e fantasmi di fuoco che giravano portando fiaccole. Si videro picche e lance di fuoco volteggiare per l' aria, e fasci accesi di paglia passare sopra le case, senza però fare altro male che di spaventare. (A. P.)

A. 1716. 10 Febbraio. — In un grande terremoto di Pisco, tutte le bestie furono prese da paura mezz' ora prima. Il sig. I. A. King narra: « Allorchè un pomeriggio l' eccessivo calore ci fè decidere a prendere qualche riposo sulle sponde del fiume *Passaggio* (vicino a Salta, Repub. Argentina), ci sdraiammo sotto un albero, dopo aver tolto di dosso le selle e i bagagli alle nostre mule, che contro l' usato si mostravano restie ad andare. Appena fatte libere, correvano esse qua e là, aspirando l' aria in tutte le direzioni: e ora tornavano verso noi a galoppo, ora si allontanavano, ora ad un tratto si arrestavano tremando in tutte le loro membra. Lo spavento di queste due povere bestie m' ispirò un timore vago; e mi levai per andare a scoprire cosa poteva esserci di nuovo, quando fui rovesciato sul suolo da una convulsione sotterranea, che mi parea scotesse la terra dalle fondamenta » (Bibl. Univ. de Genéve, 1846: T. II, p. 551).

Questo bel fatto concorda con tanti altri da me citati specialmente nel Rapp. Gen. Sulla sua cagione più probabile io ho già detto il mio pensiero. Il celebre prof. Pilla concludeva in questa guisa: « Egli è molto probabile che l' azione sotterranea, la quale prepara lo scotimento, influisca sullo stato dinamico dell' atmosfera in un modo che non conosciamo. » (Tratt. di Geol. T. I, Pisa, 1847. F. Pistolesi: Ann: di B. Tortolini: Roma, apr. 1850). Il Pistolesi (ivi) sostiene che l' elettricismo sia causa del terremoto, come altri pensarono in antico.

A. 1726. Sett. — Terremoto in tutta la parte orientale della Sicilia. Fu preceduto da due colonne di fuoco, le quali, staccandosi dall' alto del cielo, sempre accese si precipitarono in mare, dove appena sprofondate, seguì l'orribile scossa. (P. T.) (Si tratta forse di eruzioni dell' Etna?).

A. 1729. — Terremoto a Firenze con romba preceduta da gran luce che fu veduta in aria. (P. T.) (Forse passò allora, come tante volte è accaduto all' epoca di un terremoto, qualche gran bolide?!)

A. 1742. — Nel forte terremoto di Livorno della fine di gennaio, a Castel Fiorentino, sulle ore 5 della notte, fu osservato fra W e N un gran chiarore nell' aria, simile ad un' aurora boreale. (P. T.)

A. 1743. — Terremoto a Palermo, preceduto da un fenomeno simile a quello del 1726. (P. T.)

A. 1750. 30 Sett. — Terremoto a Londra diffuso molto lontano, preceduto da lampi continui. (P. T.)

A. 1828. — Forte terremoto nel Caucaso, che produsse grandi crepature della terra, le quali durante la notte apparivano luminose, come ne uscissero lampi. (P. T.)

A. 1832. 13 Marzo. — A Modena, verso l' alba, forte scossa di terremoto, accompagnata da vivacissimo lampo: e tutto il cielo fino all' orizzonte dalla parte di N parve ardere a cagione di nebbie infocate e vermiglie. (P. T.)

A. 1836. 29 Giugno. — A Lubiana venne un terremoto, e da quel giorno il *colera* perdè molto d' intensità. (P. T.)

A. 1838. 23 Genn. — Quando la città di Maya (a SW nella Nuova Olanda) fu distrutta da un terremoto, il cielo si era innanzi fatto oscurissimo, e una rapida successione di lampi giallastri lo rendevano viepiù spaventevole. (P. T.)

A. 1846. 14 Agosto. — Il prof. L. Pilla nella sua *Istoria del tremuoto di Toscana del 14 agosto 1846*, a pag. 99, riferisce: « Il fatto più importante che è stato in questa circostanza osservato, è la perturbazione seguita nell' ago magnetico. I fisici dell' Osservatorio delle Scuole Pie di Firenze hanno notato uno spostamento dell' ago di 13' verso W. Ecco le misure di declinazione indicate dallo strumento in quel giorno;

ore 6 1/2 ant.	20°. 5'
» 1 pomer., cioè 3' dopo la scossa	20. 18
» 10 1/2 pom.	20. 6

(Humboldt trovò nel terremoto del 1799 a Cumana l' inclinazione

magnetica diminuita di 48′; ma tante altre volte trovava imperturbati gli strumenti magnetici. — *Cosmos*).

Il medesimo prof. Pilla richiama molto opportunamente l' attenzione dei fisici sulle comparse di grandi e splendidissimi bolidi in certo modo associati ai maggiori terremoti (pag. 131). Io cito semplicemente il fatto, perchè tante volte l' ho con gran sorpresa incontrato in molte relazioni, benchè certamente non si veda neanco un' ombra di lontano rapporto tra i due fenomeni.

A. 1847. 30 Novem. matt. — A Valenza (Drôme) durante un mediocre terremoto il sig. Duval, antico allievo della Scuola Politecnica, provò una singolare sensazione da lui descritta nei seguenti termini: « Mi sembrava che un fluido mi corresse per le braccia e per le gambe, turbandomi il sistema nervoso. . . . Il mio primo senso fu di un disturbo elettrico: e anc' oggi penso che così fosse. » (A. P.)

A. 1848. — La quiete dell' aria e quella calma quasi soffocante che spesso si dice precedere il terremoto non è un segno precursore costante. Valga la seguente osservazione fatta da M.r Perrey sui terremoti avvenuti negli Stati Uniti di America e nel Canadà dal 1638 al 1848. « Questi terremoti si son prodotti in diverse circostanze atmosferiche: certe scosse del 1811 avvennero durante una calma straordinaria: in quelle del 1826 si notò un forte colpo di vento simultaneo: nel 1810 un vento gagliardo si era levato immediatamente innanzi al terremoto. » (A. P.)

A. 1848. 8 Sett. — In un terremoto di New-York, risentito in tutta la parte N di New-Yersey, furono visti dei lampi sulle rive dell' Hudson, dove pure ebbero luogo le scosse; e non vi erano nubi. (A. P.)

A. 1849. 4 Genn. — Il sig. Santiago Rodriguez scrive: « Io mi trovava verso le ore 4. 1/2 sulla sommità della Sierra di Tremedal, facendo alcune operazioni coll' uso della bussola: quando a un tratto vidi l' ago fissarsi in una certa direzione, come se fosse sotto il dominio di una calamita. Io lo scoteva; ma esso stava fisso. Ne parlai coi miei compagni. Tornato al villaggio seppi che a ore 4. 1/4 vi era stato un leggero terremoto. » (A. P.)

A. 1850. 19 Genn. — A Borgotaro poco dopo le ore 10. 1/2 pom.

leggiera scossa preceduta da rombo e da un lampo. Il cielo era chiaro. (A. P.)

A. 1850. 25 Febbr. — A Borgotaro predetto scossa assai sensibile a ore 9. 1/2 pom. preceduta da vivissimo lampo. (A. P.)

A. 1850. 15 Maggio. — Il sig. P. Bonvii, narrando di alcuni terremoti dell' isola Majorca, dice: « Molti sono stati accompagnati da fenomeni elettrici e da un cangiamento notabile nell' aspetto del cielo: ordinariamente uno stato nebuloso particolare succedeva al sereno. » (A. P.)

A. 1851. Agosto e Settembre. — Durante il terremoto della Basilicata del 14 Agosto, fece a Napoli una preziosa osservazione elettrica il P. Del Verme, della quale ho parlato nel mio Rapporto Generale. In seguito i professori Palmieri e Scacchi, inviati sul teatro dei fatti, trovarono:

1. Frequenza straordinaria di elettricità negativa a cielo sereno.

2. Alternative frequenti e inusitate, senza nuvole e senza pioggia.

3. Difetto assoluto di periodicità.

4. Silenzio assai frequente degli strumenti a conduttore fisso, quando gli apparecchi a conduttore mobile *mostravano ben chiaro che l' elettricità si trovava in condizioni quasi dinamiche.*

5. *Quando l' elettricità atmosferica prendeva il suo andamento ordinario, la terra restava in quiete per parecchi giorni.* (A. P.).

A. 1853. 30 Sett. — Il sig. Raynold, scrivendo di alcuni spessi terremoti di Atene, notava: « Non vi era vento; ma una densa nube occupava tutto il cielo e copriva l' orizzonte, come una calotta di piombo. Di quando in quando apparivano pallidi lampi in forme allungate, che sembravano squarciare il nuvolo. Si provava gran pena a respirare.... » Si è pure osservato che le persone nervose sentivano benissimo anche le scosse impercettibili, ed anzi erano talmente sensibili alle condizioni atmosferiche, che presentivano il fenomeno qualche secondo innanzi. (A. P.)

A. 1855. — (Lettera di M^r^ An. d'Abbadie) « All' epoca dei terremoti di luglio nei Pirenei, la signora L. imparò a presentire le scosse, e predisse molto bene quella del 14 marzo. Ella dice di

non percepire fisicamente altra cosa, che una certa calma (stilness) nell' aria. A proposito poi di un cane che molto si agitava prima delle scosse, M. L. pensò che quella bestia sentisse i rumori sotterranei che precedono il terremoto, e perciò volle provarsi a costruire una specie di *Stetoscopio monstrum* in legno, che applicato alla terra ne facesse distinguere i profondi suoni: e realmente ci riuscì, perchè arrivò a sentire dei suoni che altrimenti non sarebbero stati percettibili. È un' idea che mi sembra feconda. » (A. P. Trembl. en 1854). A me pare che la prova, davvero curiosa, anderebbe ritentata in vicinanza di antichi crateri, ridotti oggi alla sola attività di frequenti vibrazioni, e in quei luoghi dove il lavoro sismico sembra qualche volta con assai insistenza concentrarsi.

A. 1864. 3 Ottobre. — In un grande terremoto che percosse da Vera-Cruz a Messico, la corrente elettrica su tutta la linea rimase interrotta per un quarto d' ora. (A. P.) Sarebbe utile di ricercare tutte le circostanze del fenomeno.

Infine voglio pur notare che se la relazione tra la frequenza dei terremoti e delle macchie solari riuscirà ben dimostrata, bisognerà pur ammettere qualche influsso elettrico operante dall' esterno all' interno del globo. Intanto in favore di tal correlazione, alla quale feci allusione nel mio discorso, stanno i nuovi studi di M.r Pöey (Rapp. entre les taches solaires, les tremblem. de terre aux Antilles et au Mexique etc. Comp. R. de l'Ac. des Sc. 5 janv. 1874), e un antico studio del prof. M. De Rossi, dal quale risulta che gli anni dei massimi sismici italo-latini, da lui rilevati, concordano precisamente con quelli trovati per le Antille e pel Messico. (Bullett. del Vulcanismo Italiano, anno 1.° pag. 17). Con questi grandi e assai misteriosi risultati si collegano i più estesi studi sulle influenze solari cominciati in Italia dal Prof. G. B. Donati, e continuati dal Prof. Tacchini e da me in una serie di scritti, che sempre più trovano singolari e inaspettate conferme nelle nuove conquiste della scienza. (Vedi le *Memorie degli Spettroscopisti Italiani*, i *Rendiconti dell' Istit. Lombardo* e la *Rivista Scient.* del C. G. Vimercati di Firenze.)

SULLO STUDIO

DELLA PERTURBAZIONE ELETTRICA

FORIERA DEL TERREMOTO.

(Pubblicato nella Rivista Scientifica-Industriale.)

Urbino, 9 Aprile 1874.

I. Quando avvenne il terremoto del 12 Marzo 1873, che corse tutta l'area compresa fra Ragusa, Cosenza, Aosta e Salisburgo, un singolare fenomeno fu avvertito alla Stazione Telegrafica di Savignano (Emilia) dal bravo impiegato che vi era, il Sig. Luigi De Angelis, che appunto in quell'ora stava ricevendo da Cesena l'avviso della partenza del treno a vapore: avvenne cioè che, mentre il dispaccio procedeva ben chiaro e regolare, ad un tratto cominciò a confondersi, come se una strana alterazione fosse avvenuta nella macchina. E poco dopo arrivò il terremoto.

Essendo io stato informato di questo bel fenomeno, naturalmente sospettai che qualche corrente accidentale fosse entrata per la linea, come succede al cadere dei fulmini, e che siffatta perturbazione elettrica fosse veramente connessa col terremoto che la seguì. E subito, volendo ben accertare tutte le circostanze del fatto, scrissi invitando quell'impiegato a darmi più minuta contezza del medesimo. Ebbi allora da lui le seguenti spiegazioni:

Le perturbazioni avvenute nella macchina debbono assolutamente attribuirsi alla corrente, e non ad effetti puramente meccanici.

Forse, egli pensa, nuove correnti telluriche entrarono nel filo della linea.

Per causa di queste la macchina dette all'improvviso uno *scroscio* tutto proprio, caratteristico, ch'ei già conosceva perchè sentito altre volte all'occasione di terremoti, sempre prima che arrivassero: il quale *scroscio* ebbe pure talvolta a verificare anche stando la macchina in riposo.

Il disturbo della macchina fu accompagnato dall' agitazione dell' ago galvanometrico.

E questo disturbo dell' ago del galvanometro fu quale appunto si osserva allorchè si restringe il circuito fra due stazioni, per avere più potenza nella trasmissione, per cui la stazione vicina è *messa a terra.*

II. Ora ognun vede che realmente dee sospettarsi che il terremoto fosse stato preceduto in quella stazione da correnti o burrasche elettriche. E poichè l' istessa cosa può ripetersi in avvenire, almeno coi maggiori terremoti, facilmente si prevede quanto può essere vantaggioso il concorso degli impiegati dei telegrafi nello studio di cotali fenomeni.

Infatti il terremoto non cammina con troppa prestezza; anzi rispetto all' elettrico è più che tardo e lento, da restargli indietro di circa un minuto primo per ogni 50 chilometri di distanza. Nello studio del terremoto del 12 Marzo 1873 io trovai che scotevasi

Ragusa a ore 8. 56 1/3 t. m. di Roma.
Spalatro a ore 9. 2 1/3 »
Venezia a ore 9. 7 1/3 »

E calcolando con precisione le distanze, ebbi per le scosse che andarono da Ragusa a Venezia la velocità di 50 chilometri nel minuto primo, e per Spalatro-Venezia 75 chilometri. Anche il chiarissimo Prof. Stoppani scriveva che la velocità media del terremoto è di 40 a 50 chilometri nel minuto primo.

Adunque se l' impiegato che sente il terremoto ne dà subito avviso ad un altro distante almeno 40 chilometri, v' è ben tempo per questo secondo di studiare i movimenti del galvanometro, e di scoprire se realmente una perturbazione elettrica va innanzi foriera alle scosse, o intorno alle medesime largamente si spande per la terra e per l' aria. Nel caso qui sopra detto, Venezia avrebbe avuto più di un mezzo quarto d' ora d' aspetto da consacrare a sì bello e nuovo studio.

III. Perciò mi venne in mente di fare rispettosa istanza alla Direzione Generale dei Telegrafi, degnamente rappresentata dall' il-

lustre Signor Comm. D'Amico, perchè volesse prescrivere agl' impiegati di tutte le stazioni di applicarsi nel caso a siffatto studio, secondo date norme. Il Sig. D'Amico fu subito ben compreso della importanza della cosa, e con lettera del 27 Marzo mi fece sapere che, secondando ben volentieri tutte le mie proposte, aveva diramata agli uffici una opportuna circolare; la quale faccio qui conoscere, perchè offrirà anche alle altre nazioni un imitabile esempio.

« (Direzione Generale dei Telegrafi Italiani. Circolare).

» A somiglianza di quanto fu prescritto col Bullettino del 1872, » pagina 193, riguardo alle osservazioni da farsi durante i feno- » meni delle aurore boreali, la Direzione Generale, secondando il » desiderio manifestato dal Cav. Prof. P. Alessandro Serpieri Di- » rettore dell' Osservatorio Meteorologico di Urbino, prescrive che » osservazioni analoghe siano pur fatte dagli uffici in occasioni di » terremoti, seguendo le norme qui appresso:

» L' impiegato che sentirà il terremoto lo annunzierà subito » agli uffici, coi quali si trova in comunicazione diretta, situati ad » una distanza maggiore di 40 chilometri. Se stava trasmettendo » o ricevendo un telegramma, interromperà dicendo due o tre volte » *terremoto,* e sospenderà il lavoro fino alla cessazione del fenome- » no. In questo tempo d' aspetto, tanto l' impiegato avvertito, » quanto quello che avrà dato l' avviso, studieranno la corrente ac- » cidentale della linea, notando le deviazioni, le inversioni ed i ri- » posi dell' ago del galvanometro.

» Ogni impiegato prenderà nota del momento in cui avrà sen- » tito il terremoto, e insieme descriverà qualche fase principale del » medesimo.

» Oltre a queste norme, si seguiranno, anche pei casi di cui si » tratta, le prescrizioni dei paragrafi 4, 5, 6 e 7 del citato Bullet- » tino del 1872 per quanto riguarda il tempo medio, la resistenza » della bussola, il nome degli uffici compresi nel circuito, e la ta- » bella in cui debbono essere notate le differenze. »

IV. La circolare è così ben concepita che non ha bisogno di commento.

Io credo che l' impiegato che riceve l' avviso di un terremoto

« In occasione, egli scrive, del terremoto del 25 Giugno 1869 ho per la prima volta osservato un fatto notevolissimo, cioè che *i tremoti sono accompagnati da poderose correnti elettriche dirette dalla terra all' atmosfera*. Nel forte terremoto avvenuto la notte del 13 Dicembre 1869 ho ugualmente osservato nel mio galvanometro intense correnti ascendenti. La stessa osservazione ho posteriormente eseguita in occasione di altri terremoti. »

Il medesimo mi scriveva l' 8 Aprile corrente: « L' osservazione elettrica della quale ella parla, l' ho replicata e confermata in ogni terremoto qui avvenuto. »

All' epoca dei terremoti della Basilicata nell' Agosto e Settembre 1851, i professori Palmieri e Scacchi, inviati sul teatro dei fatti, trovarono nell' andamento della elettricità atmosferica le seguenti vicende, che ben considerate confermano pienamente le viste teoriche che io sostengo. Osservarono essi:

1. Frequenza straordinaria di elettricità negativa a cielo sereno.

2. Alternative frequenti e inusitate della elettricità senza nuvole e senza pioggia.

3. Difetto assoluto di periodicità.

4. Silenzio assai frequente degli strumenti a conduttore fisso, quando gli apparecchi a conduttore mobile mostravano ben chiaro che *l' elettricità si trovava quasi in condizioni dinamiche*.

5. Quando la elettricità atmosferica prendeva il suo andamento ordinario, la terra restava in quiete per parecchi giorni.

Infine anche le variazioni nel magnetismo, tante volte osservate innanzi al venire dei terremoti, molto probabilmente dipendono da straordinari flussi o sbilanci della elettricità.

Quando il 14 Agosto 1851 avvenne il gran terremoto della Basilicata che distrusse Melfi e Barile colla morte di circa 3 mila persone, il P. Professor Raffaele Del Verme, mio ottimo amico e confratello, avea notato *due ore innanzi* una deviazione di due gradi negli aghi astatici di un suo delicatissimo galvanometro comunicante con un filo di rame lungo 55 metri, avvolto in 25 spire sopra un cerchio.

Questi concetti mi furono recentemente confermati dall' illustre

Prof. De Rossi, che ognuno sa quanto sia benemerito della Scienza Sismologica: la quale dovrà ora alle sue cure un più rapido e vero progresso per il prezioso Bullettino del Vulcanismo Italiano, che egli ha impreso a stampare, e al quale faccio voti che in gran numero prendano parte i cultori della scienza. Il De Rossi adunque così mi scriveva: « Ho trovato importantissimo l' argomento da lei cominciato a trattare (*Lezione popolare sul terremoto*) dei fenomeni elettrici accompagnanti i terremoti. Trovo verissima l' idea di un efflusso di elettrico dalla terra, conoscendo anch' io molti fatti che la dimostrano. »

VII. A spiegare almeno in parte queste curiose emissioni di elettrico, io ho sospettato che possano concorrervi le grandi fughe di vapore acqueo, che hanno luogo al di sotto della crosta terrestre; dove debbono rinnovare in grande il fenomeno delle macchine di Armstrong. Imperciocchè fra le dense evaporazioni sotterranee domina certamente in massima proporzione il vapore acqueo, come ce lo dicono le emissioni dei vulcani e il mostruoso pino che dai loro crateri si alza alle nuvole e si scioglie in torrenti di acqua. E in ogni scatenato infuriare di quelle masse vaporose debbono effettuarsi grandi cariche di elettrico: il che pure ci viene attestato dai fenomeni che accompagnano le eruzioni vulcaniche, perchè, fra gli ammassi di fumanti nuvole che incoronano le ignivome bocche, frequenti guizzano e scoppiano i fulmini. E poichè l' elettriche azioni corrono e volano senza indugi, verranno esse alla superficie, quasi inattesi telegrammi, che annunziano il prossimo arrivo del terremoto.

Oggi dopo gli studi del signor Poey potrebbe taluno sospettare un esterno influsso della elettricità cosmica soggetta al periodo undecennale delle macchie del sole. Ma di ciò spero di dire più a lungo in qualcuna delle future mie lettere sulle Influenze Solari.

VIII. Infine i presenti studi dovranno illuminarci sull' eterna questione del presentimento del terremoto, che il volgo attribuisce agli animali. Per me credo che questa facoltà di presentire il terremoto, intesa così semplicemente secondo il valor vero delle pa-

role, sia un bel sogno; ma però corrisponda ad un fatto reale malamente interpretato. Conciossiachè presentire il terremoto significa sapere che verrà, e per saper questo bisogna aver presenti dei dati che non sono il terremoto; e questi dati non possono generarne l' idea se non in virtù di una precedente e molto accurata esperienza. Di più se anche l' animale sapesse indovinare che tra poco la terra tremerà, senza sentire in sè medesimo nessun' altra molesta affezione, niuno vorrà crederlo tanto delicato e peritoso, che abbia perciò solo a dimostrare così gran paura ed affanno. L' uccello che sta sulla frasca e gli animali che viaggiano sulle navi o nei vagoni non s' inquietano punto dei tremori che provano. Io dico dunque che al venire dei terremoti gli animali sono piuttosto punti e tormentati da qualche invisibile e attuale cagione, che noi non vediamo e non sentiamo: e sospetto che siffatta cagione sia appunto la perturbazione elettrica che sembra andar innanzi ai terremoti. Gli animali soffrono e gemono e fuggono, perchè quello sbilancio elettrico li commove, li urta, li minaccia, non perchè essi sappiano ciò che ne verrà di poi. Io già descrissi (*Rapp. Gener. delle osservaz. fatte sul Terr. del 12 Marzo 1873*, Supp. della Meteor. Ital.) due bei casi che dimostrano la realtà di una attuale dolorosa sensazione non congiunta al certo con verun presentimento: il caso di un animaletto che destossi dal suo letargo, e poi per molti scotimenti artificiali non se ne riscosse più, quando vi fu ricaduto; e il caso di una signora, che non è punto paurosa del terremoto, la quale prima che esso venga, e senza sapere che dee venire, cade in deliquio (*).

(*) Ai molti fatti esposti in altre circostanze ne aggiungo un altro molto degno di attenzione, riferitomi dal Dr. G. Barbieri di Viterbo.

« Un gatto che per l' umore suo scherzevole era il divertimento della casa, avea in questa sera fino dall' imbrunire cambiato carattere, mostrandosi profondamente malinconico: e non giocava più, e ad ogni più lieve rumore tentava fuggire. Pareva che avesse avuto qualche grave spavento: chè allora queste bestie non riconoscono più nemmeno il padrone e si guardano attorno, come se temessero sempre un pericolo imminente. Durante la cena dei padroni poco o nulla mangiò. Molto spesso alzava la testa e drizzava le orecchie stando sempre in gran sospetto

Queste spiegazioni acquisteranno nuovi gradi di probabilità se dagli uffici telegrafici ci verrà confermato che realmente uno sbilancio elettrico precede le scosse.

IX. Intento a raccogliere i fatti più significanti, che si riferiscono alla presente questione, io sarò gratissimo a chiunque sarà cortese d'inviarmi le osservazioni che sarà per fare.

Quelle che spero si faranno agli uffici telegrafici mi verranno inviate dalla Direzione Generale, che gentilmente volle già farmene promessa. Altre molte, e d'ogni sorta, che potessi avere da altri, mi darebbero modo di meglio interpretare anche le prime. Intanto preme che i signori ufficiali telegrafici sentano la grande importanza del problema che son chiamati a risolvere. Per questo appunto ho scritto il presente articolo, che a loro mando in dono, augurandomi che risponderanno con premura e intelligenza all'invito fatto e ai desideri della stessa Direzione Generale.

All'improvviso si allontanò fuggendo, quasi colto da subitaneo terrore. Passato un certo numero di minuti, venne il terremoto. Il giorno dopo, il gatto era festevole come prima.

INDICE

DEGLI SCRITTI RIGUARDANTI IL TERREMOTO

DEL 12 MARZO 1873.

Urbino, 9 Aprile 1874.

I. Quando avvenne il terremoto del 12 Marzo 1873, che corse tutta l'area compresa fra Ragusa, Cosenza, Aosta e Salisburgo, un singolare fenomeno fu avvertito alla Stazione Telegrafica di Savignano (Emilia) dal bravo impiegato che vi era, il Sig. Luigi De Angelis, che appunto in quell'ora stava ricevendo da Cesena l'avviso della partenza del treno a vapore: avvenne cioè che, mentre il dispaccio procedeva ben chiaro e regolare, ad un tratto cominciò a confondersi, come se una strana alterazione fosse avvenuta nella macchina. E poco dopo arrivò il terremoto.

Essendo io stato informato di questo bel fenomeno, naturalmente sospettai che qualche corrente accidentale fosse entrata per la linea, come succede al cadere dei fulmini, e che siffatta perturbazione elettrica fosse veramente connessa col terremoto che la seguì. E subito, volendo ben accertare tutte le circostanze del fatto, scrissi invitando quell'impiegato a darmi più minuta contezza del medesimo. Ebbi allora da lui le seguenti spiegazioni:

Le perturbazioni avvenute nella macchina debbono assolutamente attribuirsi alla corrente, e non ad effetti puramente meccanici.

Forse, egli pensa, nuove correnti telluriche entrarono nel filo della linea.

Per causa di queste la macchina dette all'improvviso uno *scroscio* tutto proprio, caratteristico, ch'ei già conosceva perchè sentito altre volte all'occasione di terremoti, sempre prima che arrivassero: il quale *scroscio* ebbe pure talvolta a verificare anche stando la macchina in riposo.

Il disturbo della macchina fu accompagnato dall' agitazione dell' ago galvanometrico.

E questo disturbo dell' ago del galvanometro fu quale appunto si osserva allorchè si restringe il circuito fra due stazioni, per avere più potenza nella trasmissione, per cui la stazione vicina è *messa a terra.*

II. Ora ognun vede che realmente dee sospettarsi che il terremoto fosse stato preceduto in quella stazione da correnti o burrasche elettriche. E poichè l' istessa cosa può ripetersi in avvenire, almeno coi maggiori terremoti, facilmente si prevede quanto può essere vantaggioso il concorso degli impiegati dei telegrafi nello studio di cotali fenomeni.

Infatti il terremoto non cammina con troppa prestezza; anzi rispetto all' elettrico è più che tardo e lento, da restargli indietro di circa un minuto primo per ogni 50 chilometri di distanza. Nello studio del terremoto del 12 Marzo 1873 io trovai che scotevasi

Ragusa a ore 8. 56 1/3 t. m. di Roma.
Spalatro a ore 9. 2 1/3 »
Venezia a ore 9. 7 1/3 »

E calcolando con precisione le distanze, ebbi per le scosse che andarono da Ragusa a Venezia la velocità di 50 chilometri nel minuto primo, e per Spalatro-Venezia 75 chilometri. Anche il chiarissimo Prof. Stoppani scriveva che la velocità media del terremoto è di 40 a 50 chilometri nel minuto primo.

Adunque se l' impiegato che sente il terremoto ne dà subito avviso ad un altro distante almeno 40 chilometri, v' è ben tempo per questo secondo di studiare i movimenti del galvanometro, e di scoprire se realmente una perturbazione elettrica va innanzi foriera alle scosse, o intorno alle medesime largamente si spande per la terra e per l' aria. Nel caso qui sopra detto, Venezia avrebbe avuto più di un mezzo quarto d' ora d' aspetto da consacrare a sì bello e nuovo studio.

III. Perciò mi venne in mente di fare rispettosa istanza alla Direzione Generale dei Telegrafi, degnamente rappresentata dall' il-

lustre Signor Comm. D'Amico, perchè volesse prescrivere agl' impiegati di tutte le stazioni di applicarsi nel caso a siffatto studio, secondo date norme. Il Sig. D'Amico fu subito ben compreso della importanza della cosa, e con lettera del 27 Marzo mi fece sapere che, secondando ben volentieri tutte le mie proposte, aveva diramata agli uffici una opportuna circolare; la quale faccio qui conoscere, perchè offrirà anche alle altre nazioni un imitabile esempio.

« (Direzione Generale dei Telegrafi Italiani. Circolare).

» A somiglianza di quanto fu prescritto col Bullettino del 1872, » pagina 193, riguardo alle osservazioni da farsi durante i feno- » meni delle aurore boreali, la Direzione Generale, secondando il » desiderio manifestato dal Cav. Prof. P. Alessandro Serpieri Di- » rettore dell'Osservatorio Meteorologico di Urbino, prescrive che » osservazioni analoghe siano pur fatte dagli uffici in occasioni di » terremoti, seguendo le norme qui appresso:

» L' impiegato che sentirà il terremoto lo annunzierà subito » agli uffici, coi quali si trova in comunicazione diretta, situati ad » una distanza maggiore di 40 chilometri. Se stava trasmettendo » o ricevendo un telegramma, interromperà dicendo due o tre volte » *terremoto,* e sospenderà il lavoro fino alla cessazione del fenome- » no. In questo tempo d' aspetto, tanto l' impiegato avvertito, » quanto quello che avrà dato l' avviso, studieranno la corrente ac- » cidentale della linea, notando le deviazioni, le inversioni ed i ri- » posi dell' ago del galvanometro.

» Ogni impiegato prenderà nota del momento in cui avrà sen- » tito il terremoto, e insieme descriverà qualche fase principale del » medesimo.

» Oltre a queste norme, si seguiranno, anche pei casi di cui si » tratta, le prescrizioni dei paragrafi 4, 5, 6 e 7 del citato Bullet- » tino del 1872 per quanto riguarda il tempo medio, la resistenza » della bussola, il nome degli uffici compresi nel circuito, e la ta- » bella in cui debbono essere notate le differenze. »

IV. La circolare è così ben concepita che non ha bisogno di commento.

Io credo che l' impiegato che riceve l' avviso di un terremoto

in piena corsa sarà preso da naturale curiosità (non certo da paura) di attendere e verificare con gran quiete e sangue freddo il suo arrivo; e più sarà invogliato di vedere che variazioni presenta l' ago galvanometrico, studiando in esso tutte le vibrazioni elettriche che forse, come rapida avanguardia, vanno innanzi alle scosse. E vorrà pensare che le osservazioni da lui fatte in quei momenti saranno oggetto di molto studio pei fisici e potranno rivelare importanti nuovissime leggi. Accadrà più volte che alla stazione avvisata il terremoto non giunga: ma può giungervi ugualmente la perturbazione elettrica corrispondente, se è vero che alcuna al terremoto se ne accompagni. Se l' impiegato è sorpreso dal terremoto, quando la sua macchina non è in azione, nè per ricevere nè per mandare dispacci, egli procurerà egualmente di mettersi subito in comunicazione (come la circolare prescrive) con qualche ufficio che sia lontano più di 40 chilometri. Comprende però da se medesimo che quanto tal distanza è più grande, entro certi limiti, tanto più tempo ei concede al suo corrispondente per dedicarsi all' utile studio che si dimanda. Sia dunque sempre preparato a scegliere quella stazione che crede più opportuna, a cui mandare in somiglianti occasioni il segnale di allarme. Bisogna che egli calcoli bene che il tempo che gli abbisogna per entrare in comunicazione diretta con quella stazione, che egli presceglie, sia abbastanza minore del tempo che metterà il terremoto per arrivarvi. Perciò fra le distanze maggiori di 40 chilometri, che è il limite indicato dalle istruzioni, scelga a preferenza quelle di 100 o 150, quando veramente abbia libero e facil modo di scegliere. Così l' ufficiale della stazione avvisata potrà vegliare per più di un minuto sulle variazioni del galvanometro.

V. Importa di notare che spesso in Italia si stabiliscono dei focolari di scotimento lungamente attivi. Oggi per es. l' origine delle scosse è molto spesso nel Bellunese. L' impiegato dell' ufficio telegrafico di Belluno può esser certo, nel caso di forti movimenti, che il telegramma da lui spedito a Venezia, o a Padova, o a Verona ecc. sarà un avviso molto anticipato delle vibrazioni che vi arriveranno.

Stando al fatto del 12 Marzo e a qualche probabile ragione teorica, credo che si avran pure dei centri di scosse nella linea Spoleto-Perugia-Firenze.

L' istesso deve dirsi dei luoghi che avvicinano gli antichi vulcani laziali, e molto più delle regioni prossime al Vesuvio e all' Etna.

Sull' altra riva dell' Adriatico spesso il terremoto ha origine nei dintorni di Ragusa. Se il benemerito Istituto Meteorologico Austriaco prenderà a cuore queste ricerche, è sperabile che anche di là si avranno importanti osservazioni.

Gli ufficiali telegrafici di tutti questi luoghi avranno occasione più spesso che gli altri di mostrarsi ben pronti e intelligenti nella nuova manovra ed osservazione di cui vengono incaricati.

VI. A viepiù impegnare in queste ricerche i nostri uffici telegrafici, riporto qui alcuni fatti che dimostrano chiaramente che qualche elettrica azione col terremoto va sovente associata.

Primieramente ricordo ciò che scrisse il celebre Padre Beccaria, le cui parole non furono però cagione per lungo tempo a più positive indagini.

« La somma delle istorie dei terremoti, egli scrisse, ne mostra che moltissimi de' terremoti più furiosi sono immediatamente o preceduti od accompagnati, od anche seguiti da lampi, tuoni, fulmini e altri siffatti fenomeni, che si sa pure provenire dallo sbilanciamento del fuoco elettrico. » (*Dell' elettricità terrestre atmosferica.* Lett. 2.ª § 42).

I terremoti del Belgio, benchè avvengano generalmente per consenso e diffusione di scosse nate assai lontano e fuori di quel regno, pure vi si mostrano quasi sempre accompagnati *da forti commozioni elettriche.* Così veniva notato da A. Quetelet nella sua opera *Météor. de la Belgique comparée à celle du globe;* pag. 122.

In Italia aveva già notate queste singolari perturbazioni elettriche il bravo e benemerito Prof. Domenico Ragona a Modena. Egli tiene nel piano superiore dell' Osservatorio un galvanometro sensibilissimo, il cui filo scende da una parte nel suolo e dall' altra comunica con una spranga di ferro, che si eleva verticale sul tetto.

« In occasione, egli scrive, del terremoto del 25 Giugno 1869 ho per la prima volta osservato un fatto notevolissimo, cioè che *i tremoti sono accompagnati da poderose correnti elettriche dirette dalla terra all' atmosfera.* Nel forte terremoto avvenuto la notte del 13 Dicembre 1869 ho ugualmente osservato nel mio galvanometro intense correnti ascendenti. La stessa osservazione ho posteriormente eseguita in occasione di altri terremoti. »

Il medesimo mi scriveva l' 8 Aprile corrente: « L' osservazione elettrica della quale ella parla, l' ho replicata e confermata in ogni terremoto qui avvenuto. »

All' epoca dei terremoti della Basilicata nell' Agosto e Settembre 1851, i professori Palmieri e Scacchi, inviati sul teatro dei fatti, trovarono nell' andamento della elettricità atmosferica le seguenti vicende, che ben considerate confermano pienamente le viste teoriche che io sostengo. Osservarono essi:

1. Frequenza straordinaria di elettricità negativa a cielo sereno.

2. Alternative frequenti e inusitate della elettricità senza nuvole e senza pioggia.

3. Difetto assoluto di periodicità.

4. Silenzio assai frequente degli strumenti a conduttore fisso, quando gli apparecchi a conduttore mobile mostravano ben chiaro che *l' elettricità si trovava quasi in condizioni dinamiche.*

5. Quando la elettricità atmosferica prendeva il suo andamento ordinario, la terra restava in quiete per parecchi giorni.

Infine anche le variazioni nel magnetismo, tante volte osservate innanzi al venire dei terremoti, molto probabilmente dipendono da straordinari flussi o sbilanci della elettricità.

Quando il 14 Agosto 1851 avvenne il gran terremoto della Basilicata che distrusse Melfi e Barile colla morte di circa 3 mila persone, il P. Professor Raffaele Del Verme, mio ottimo amico e confratello, avea notato *due ore innanzi* una deviazione di due gradi negli aghi astatici di un suo delicatissimo galvanometro comunicante con un filo di rame lungo 55 metri, avvolto in 25 spire sopra un cerchio.

Questi concetti mi furono recentemente confermati dall' illustre

Prof. De Rossi, che ognuno sa quanto sia benemerito della Scienza Sismologica: la quale dovrà ora alle sue cure un più rapido e vero progresso per il prezioso Bullettino del Vulcanismo Italiano, che egli ha impreso a stampare, e al quale faccio voti che in gran numero prendano parte i cultori della scienza. Il De Rossi adunque così mi scriveva: « Ho trovato importantissimo l' argomento da lei cominciato a trattare (*Lezione popolare sul terremoto*) dei fenomeni elettrici accompagnanti i terremoti. Trovo verissima l' idea di un efflusso di elettrico dalla terra, conoscendo anch' io molti fatti che la dimostrano. »

VII. A spiegare almeno in parte queste curiose emissioni di elettrico, io ho sospettato che possano concorrervi le grandi fughe di vapore acqueo, che hanno luogo al di sotto della crosta terrestre; dove debbono rinnovare in grande il fenomeno delle macchine di Armstrong. Imperciocchè fra le dense evaporazioni sotterranee domina certamente in massima proporzione il vapore acqueo, come ce lo dicono le emissioni dei vulcani e il mostruoso pino che dai loro crateri si alza alle nuvole e si scioglie in torrenti di acqua. E in ogni scatenato infuriare di quelle masse vaporose debbono effettuarsi grandi cariche di elettrico: il che pure ci viene attestato dai fenomeni che accompagnano le eruzioni vulcaniche, perchè, fra gli ammassi di fumanti nuvole che incoronano le ignivome bocche, frequenti guizzano e scoppiano i fulmini. E poichè l' elettriche azioni corrono e volano senza indugi, verranno esse alla superficie, quasi inattesi telegrammi, che annunziano il prossimo arrivo del terremoto.

Oggi dopo gli studi del signor Poey potrebbe taluno sospettare un esterno influsso della elettricità cosmica soggetta al periodo undecennale delle macchie del sole. Ma di ciò spero di dire più a lungo in qualcuna delle future mie lettere sulle Influenze Solari.

VIII. Infine i presenti studi dovranno illuminarci sull' eterna questione del presentimento del terremoto, che il volgo attribuisce agli animali. Per me credo che questa facoltà di presentire il terremoto, intesa così semplicemente secondo il valor vero delle pa-

role, sia un bel sogno; ma però corrisponda ad un fatto reale malamente interpretato. Conciossiachè presentire il terremoto significa sapere che verrà, e per saper questo bisogna aver presenti dei dati che non sono il terremoto; e questi dati non possono generarne l'idea se non in virtù di una precedente e molto accurata esperienza. Di più se anche l'animale sapesse indovinare che tra poco la terra tremerà, senza sentire in sè medesimo nessun'altra molesta affezione, niuno vorrà crederlo tanto delicato e peritoso, che abbia perciò solo a dimostrare così gran paura ed affanno. L'uccello che sta sulla frasca e gli animali che viaggiano sulle navi o nei vagoni non s'inquietano punto dei tremori che provano. Io dico dunque che al venire dei terremoti gli animali sono piuttosto punti e tormentati da qualche invisibile e attuale cagione, che noi non vediamo e non sentiamo: e sospetto che siffatta cagione sia appunto la perturbazione elettrica che sembra andar innanzi ai terremoti. Gli animali soffrono e gemono e fuggono, perchè quello sbilancio elettrico li commove, li urta, li minaccia, non perchè essi sappiano ciò che ne verrà di poi. Io già descrissi (*Rapp. Gener. delle osservaz. fatte sul Terr. del 12 Marzo 1873*, Supp. della Meteor. Ital.) due bei casi che dimostrano la realtà di una attuale dolorosa sensazione non congiunta al certo con verun presentimento: il caso di un animaletto che destossi dal suo letargo, e poi per molti scotimenti artificiali non se ne riscosse più, quando vi fu ricaduto; e il caso di una signora, che non è punto paurosa del terremoto, la quale prima che esso venga, e senza sapere che dee venire, cade in deliquio (*).

(*) Ai molti fatti esposti in altre circostanze ne aggiungo un altro molto degno di attenzione, riferitomi dal Dr. G. Barbieri di Viterbo.

« Un gatto che per l'umore suo scherzevole era il divertimento della casa, avea in questa sera fino dall'imbrunire cambiato carattere, mostrandosi profondamente malinconico: e non giocava più, e ad ogni più lieve rumore tentava fuggire. Pareva che avesse avuto qualche grave spavento: chè allora queste bestie non riconoscono più nemmeno il padrone e si guardano attorno, come se temessero sempre un pericolo imminente. Durante la cena dei padroni poco o nulla mangiò. Molto spesso alzava la testa e drizzava le orecchie stando sempre in gran sospetto

Queste spiegazioni acquisteranno nuovi gradi di probabilità se dagli uffici telegrafici ci verrà confermato che realmente uno sbilancio elettrico precede le scosse.

IX. Intento a raccogliere i fatti più significanti, che si riferiscono alla presente questione, io sarò gratissimo a chiunque sarà cortese d' inviarmi le osservazioni che sarà per fare.

Quelle che spero si faranno agli uffici telegrafici mi verranno inviate dalla Direzione Generale, che gentilmente volle già farmene promessa. Altre molte, e d' ogni sorta, che potessi avere da altri, mi darebbero modo di meglio interpretare anche le prime. Intanto preme che i signori ufficiali telegrafici sentano la grande importanza del problema che son chiamati a risolvere. Per questo appunto ho scritto il presente articolo, che a loro mando in dono, augurandomi che risponderanno con premura e intelligenza all' invito fatto e ai desideri della stessa Direzione Generale.

All' improvviso si allontanò fuggendo, quasi colto da subitaneo terrore. Passato un certo numero di minuti, venne il terremoto. Il giorno dopo, il gatto era festevole come prima.

La I[a] mostra disposte in ordine alfabetico tutte le stazioni dalle quali ebbi qualche buona osservazione. In essa do le coordinate geografiche delle dette stazioni, e riporto i nomi de' miei bravi e gentili corrispondenti, accennando quante lettere o documenti vennero in mia mano per certificare i dati del fenomeno, e indicando se furono ottenuti per mezzo di un sismografo.

La II[a] tavola presenta le medesime stazioni disposte per ordine di latitudine crescente, e per ognuna dà gli elementi del fatto, da me radunati e certificati. I titoli delle varie colonne non hanno bisogno di spiegazione. La sola novità che è in questo specchio, rispetto all' altro del marzo 1873, consiste nell' aver adottata la scala numerica da 1 a 10, proposta dal prof. De Rossi per indicare i gradi di forza delle scosse, e riportata dal Tenente L. Gatta nella sua Memoria intitolata: *La Sismologia ed il Magnetismo terrestre,* a pag. 119, fascicolo II, del *Supplemento alla Meteorologia italiana* del 1874. Nel resto è eguale a quella del 1873. Importa appena ricordare che, segnando un punto solo dell' orizzonte per indicare la direzione delle scosse, non intendo di assegnarne la provenienza, ma solo la direzione: così, per es., la indicazione W tanto vale per il movimento avvenuto da W a E, quanto per quello da E a W.

TAVOLA I

Elenco dei luoghi di osservazione, loro posizione e nomi degli osservatori

STAZIONI	LATITUDINE	LONGITUD. DA PARIGI	LONGITUD. IN T. M. DA PARIGI	LONGITUD. IN T. M. DA ROMA	OSSERVATORI	SISMOGRAFO	NUM. DEI DOCUMENTI
Acqualagna	43° 36',6	10° 19' 50"	41ᵐ 13ˢ	0ᵐ 5ˢ E	Sig. Carlo Amadio	. .	1
Alfonsine	44. 30	9. 42. 30	38. 44	1. 38 W	Sig. Segr. Comunale	. .	2
Alvernia	43. 42	9. 34. 33	38. 12	2. 10 W	P. Cristofano - Oss.	. .	1
Amandola	42. 59	11. 1. 51	44. 0	3. 38 E	Sig. Curzio Ricci ed altri	. .	4
Ancona	43. 37	11. 9. 55	44. 33	4. 11 E	F. De Bosis e G. Orsi	sis.	3
Aquila	42. 21	11. 0 ?	43. 53 ?	3. 31 ? E	Sig. Fr. Stella-Oss.	sis.	2
Arezzo	43. 28	9. 32. 50	38. 5	2. 17 W	Corr. del P. Bertelli	. .	1
Ascoli	42. 51	11. 5. 0	44. 13	3. 51 E	Conte Saladini - Corrisp. De Rossi	. .	2
Bagnacavallo	44. 25, 2	9. 38. 16	38. 27	1. 55 W	Dal giornale *Il Ravennate*	. .	1
Bagno (Romagna) .	43. 50	9. 37. 40	38. 25	1. 57 W	Dott. Paolo Fanti	. .	2
Belluno	46. 8	9. 52. 43	39. 25	0. 57 W	Sig. Ant. Fulcis-Oss.	. .	3
Bibbiena	43. 43, 5	9. 27	37. 42	2. 40 W	Corr. del P. Bertelli	. .	1
Bologna	44. 30	9. 0. 59	35. 58	4. 24 W	A. Malvasia, A. Palagi	sis.	5
Brisighella	44. 14	9. 25	37. 35	2. 47 W	Giorn. *Il Ravennate*	. .	1
Cagli	43. 33	10. 18. 54	41. 9	0. 47 E	G. Mei e M. Mariotti	. .	10
Camaiore	43. 56	7. 57. 6	31. 43	8. 39 W	P. Venanzio Pistelli	. .	2
Camerino	43. 8, 1	10. 43. 57	42. 49	2. 27 E	Prof. Gius. Berti. Oss.	sis.	2
Cantoceto	43. 46	10. 32. 41	42. 4	1. 42 E	Conte C. Marcolini	. .	6
Castel Bolognese . .	44. 19	9. 27. 47	37. 45	2. 37 W	Sig. Segr. Comunale e Giorn.	. .	2
Castelplanio	43. 29	10. 44. 36	42. 52	2. 30 E	Staz. della ferrovia	. .	1
Castiglione	44. 9	8. 47	35. 2	5. 20 W	Giorn. *Il Ravennate*	. .	1
Cervia	44. 16	10. 0. 47	39. 56	0. 26 W	Sig. Luigi Zabardi e giorn. *Il Ravennate*	. .	5
Cesena	44. 8	9. 54. 35	39. 32	0. 50 W	Francavilla e Almerici	. .	6

STAZIONI	LATITUDINE	LONGITUD. DA PARIGI	LONGITUD. IN T. M. DA PARIGI	LONGITUD. IN T. M. DA ROMA	OSSERVATORI	SISMOGRAFO	NUM. DEI
Cesenatico	44° 12'	10° 3' 32"	40m 8s	0m14s W	L. Signorelli e A. Bolognesi	. .	
Chiaravalle	43. 34, 8	10. 49. 49	43. 12	2. 50 E	Staz. della ferrovia	. .	
Chieti	42. 21	11. 49. 52	47. 12	6. 50 E	Osservatorio	. .	
Chioggia	45. 13	9. 53	38. 26	1. 56 W	Sig. A. Padoan - Oss.	. .	
Cingoli	43. 22, 4	10. 52. 50	43. 24	3. 2 E	Conte A. Castiglioni	. .	
Città di Castello. . .	43. 27	9. 54. 8	39. 30	0. 52 W	Prof. Saverio Santini	. .	
Empoli	43. 43	8. 36. 39	34. 21	6. 1 W	P. Benedetto Pincetti Osserv.	. .	
Fabriano	43. 20	10. 34. 8	42. 10	1. 48 E	C. Morbelli e A. Zonghi	. .	
Faenza	44. 17	9. 33. 0	38. 6	2. 16 W	Prof. Gattinara e G. Morini	. .	
Falconara	43. 37, 4	11. 3. 29	46. 11	5. 49 E	Staz. della ferrovia	. .	
Fano	43. 51	10. 40. 47	42. 36	2. 14 E	Prof. Agostino Avoni	. .	
Fermo	43. 9, 6	11. 22. 51	45. 24	5. 2 E	Prof. Giulio Agolini-Ugolini	sis.	
Ferrara	44. 50	9. 15	36. 54	3. 28 W	Dal giorn. *Corr. delle Marche*	. .	
Firenze	43. 46	8. 54. 41	35. 33	4. 49 W	Prof. Costant. Pittei-Osserv. R.	sis.	
Id.	43. 46	8. 55. 9	35. 35	4. 47 W	P. Filippo Cecchi - Oss. Ximeniano	sis.	
Id.	43. 47	8. 56. 27	35. 40	4. 42 W	P. Timoteo Bertelli - Oss. La Querce	sis.	
Fiume	45. 20	12. 6. 21	48. 18	7. 56 E	Prof. E. Stahlberger - Acc. di marina	. .	
Fognano	44. 12	9. 23. 37	37. 29	2. 53 W	Collegio	. .	
Forlì	44. 13	9. 42. 22	38. 43	1. 39 W	P. Vecchiotti, V. Riatti e A. Merlini	sis.	
Frascati	41. 48, 4	10. 20. 43	41. 16	0. 54 E	P. Lavaggi	sis.	
Fusignano	44. 28	9. 37. 29	38. 18	2. 4 W	Giorn. *Il Ravennate*	. .	
Iesi	43. 31, 2	10. 54. 16	43. 30	3. 8 E	V. Mattioni e B. Benedetti	. .	
Lugo	44. 25, 1	9. 34. 29	38. 12	2. 10 W	Giorn. *Il Ravennate*	. .	
Lussin (Is. Quarnero)	44. 30, 9	12. 11	48. 36	8. 14 E	Capitano di porto e P. Panziera	. .	
Macerata	43. 18	11. 7. 4	44. 21	3. 59 E	Corr. del P. Bertelli ed altri	. .	
Mantova	45. 10	8. 27. 37	33. 45	6. 37 W	G. Iac. Agostini. Oss.	sis.	
Massa Lombarda . .	44. 26, 7	9. 29. 40	37. 53	2. 29 W	Giorn. *Il Ravennate*	. .	
Meldola	44. 7, 3	9. 43. 28	37. 48	2. 34 W	Sig. G. B. Babacci	. .	

STAZIONI	LATITUDINE	LONGITUD. DA PARIGI	LONGITUD. IN T. M. DA PARIGI	LONGITUD. IN T. M. DA ROMA	OSSERVATORI	SISMOGRAFO	NUM. DEI DOCUMENTI
ezzano	44° 27' 7	9° 45' 20"	38ᵐ 55ˢ	12ᵐ 7ˢ W	Giorn. *Il Ravennate*	. .	1
ilano	45. 28	6. 51. 30	27. 22	13. 0 W	Prof. G. V. Schiaparelli - Oss.	sis.	1
odigliana	44. 9, 5	9. 27. 19	37. 44	2. 38 W	D.r Lorenzo Fabroni	. .	1
oncalieri	45. 0	5. 22. 40	21. 27	18. 55 W	P. Franc. Denza. Oss.	. .	1
ondaino	43. 51, 2	10. 20. 9	41. 14	0. 52 E	Sig. Tomm. Baldolini	. .	4
ontignoso	44. 0, 8	7. 48	31. 7	9. 15 W	Corr. del P. Bertelli	. .	1
apo	40. 52	11. 55. 12	47. 33	7. 11 E	Prof. Luigi Palmieri	sis.	1
izza	43. 42	4. 56. 32	19. 44	20. 38 W	Giorn. *Les Mondes*	. .	3
idova	45. 24	9. 31. 57	38. 2	2. 20 W	Prof. Lorenzoni e A. Favaro	. .	6
irma	44. 48	7. 58	31. 47	8. 35 W	Prof. P. Cantoni. Oss.	. .	1
ivia	45. 11	6. 48	27. 8	13. 14 W	Prof. G. Cant oni. Oss.	. .	1
nnabilli	43. 49	9. 56. 2	39. 38	0. 44 W	Sig. G. B. Bocchi	. .	1
nne	42. 26	11. 31	45. 58	5. 36 E	Corr. del P. Bertelli	. .	1
rugia	43. 7	10. 3. 10	40. 6	0. 16 W	Prof. G. Bellucci ed altri	sis.	3
saro	43. 54, 1	10. 34. 24	42. 11	1. 49 E	L. Guidi Oss., A Mazzoli ed altri	sis.	6
la	44. 52	11. 30. 21	45. 54	5. 32 E	Prof. Müller - Ist. Idr.	. .	3
ntetetto (Lucca) .	43. 50	8. 10. 5	32. 35	7. 47 E	D.r Pietro Milanesi	. .	3
rdenone	45. 57	10. 20	41. 13	0. 51 W.	Osservatorio	. .	2
rretta	44. 9	8. 38. 10	34. 27	5. 55 W	Sig. Demet. Lorenzini	. .	2
rtico	44. 2	9. 26. 8	37. 38.	2. 44 W	Corr. del P. Bertelli	. .	1
rto S. Giorgio . .	43. 12	11. 30	45. 53	5. 31 E	Sig. Broglio. - Corr. Ugolini	. .	1
ivenna	44. 25, 1	9. 51. 51	39. 35	0. 47 W	Prof. Pietro Corradi	. .	3
mini	44. 3, 5	10. 13. 55	40. 55	0. 33 E	Correggiari Oss., Meneghelli ed altri	. .	20
patransone	42. 59, 9	11. 25. 27	45. 35	5. 13 E	March. Bruti - Corr. De Rossi	. .	1
cca S. Casciano .	44. 3, 9	9. 30. 4	37. 56	2. 26 W	Corr. del P. Bertelli	. .	1
ma	41. 54, 1	10. 7. 3	40. 22	0. 0	Prof. Pietro Respighi. Oss.	sis.	2
vigno	45. 4, 7	11. 17. 35	45. 3	4. 41 E	Sig. Capit. di porto	. .	1
ssi	44. 22, 5	9. 42. 20	38. 43	1. 39 W	Giorn. *Il Ravennate*	. .	1

STAZIONI	LATITUDINE	LONGITUD. DA PARIGI	LONGITUD. IN T. M. DA PARIGI	LONGITUD. IN T. M. DA ROMA	OSSERVATORI	SISMOGRAFO
S. Angelo in Vado .	43° 39'	10° 4' 12"	40m10s	0m12sW	Prof. Ern. Antonini	sis.
S. Gaudenzio	43. 55	9. 17. 21	37. 4	3. 18 W	Corr. del P. Bertelli	. .
S. Ginesio	43. 6, 5	10. 59. 0	43. 49	3. 27 E	Signor Leopardi	. .
S. Marino	43. 56	10. 6. 49	40. 21	0. 1 W	Comm. P. Malpeli	. .
Sanseverino	43. 13, 5	10. 50. 27	43. 15	2. 53 E	March. T. Gentili	. .
S. Sofia	43. 57	9. 34. 21	38. 12	2. 10 W	Dott. Arpinati	. .
Serrungherina	43. 44, 7	10. 32. 13	42. 2	1. 40 E	Sig. Livio Carletti	. .
Siena	43. 19	8. 59. 56	35. 54	4. 28 W	Corr. del P. Bertelli ed altri	. .
Sienne (presso Nizza)	?	?	. . . .	. . . .	(Vedi Nizza)	. .
Sinalunga	43. 12, 7	9. 24. 3	37. 31	2. 51 W	Sig. Canon. Malfatti	. .
Sinigaglia	43. 41. 5	10. 50. 40	43. 16	2. 54 E	Prof. Carlo Querio e Corr. Bertelli	. .
Spoleto	42. 44	10. 24. 15	41. 30	1. 8 E	Prof. Arpago Ricci	. .
Trento	46. 4	8. 43	34. 46	5. 36 W	Sig. Gerloni - Oss.	. .
Treviso	45. 39, 5	9. 55. 15	39. 35	0. 47 W	Prof. A. Favaro e P. Milanesi	. .
Trieste	45. 39	11. 26. 17	45. 38	5. 16 E	Prof. Farolfi e sig. Cap. di porto	. .
Udine	46. 4	10. 53. 55	43. 29	3. 7 E	Clodig (Oss.) e Marinelli	. .
Umbertide	43. 18	9. 59. 44	39. 53	0. 29	Corr. del P. Bertelli ed altri	. .
Urbino	43. 43	10. 18. 2	41. 5	0. 44 E	P. A. Serpieri e F. Mici	sis.
Velletri	41. 41, 1	10. 26. 29	41. 40	1. 18 E	Ignazio Galli Oss.	sis.
Venezia	45. 26	10. 0. 12	39. 54	0. 27 W	Sig. P. Trevisani Oss.	sis.
Verona	45. 26	8. 38. 50	34. 29	5. 53 W	Corr. del prof. Favaro	. .
Vicenza	45. 32	9. 13. 9	36. 47	3. 35 W	C. Bassani, A. Favaro e A. Da Schio	sis.
Volterra	43. 24	8. 31. 20	34. 0	6. 22 W	P. Prosp. Lotti - Oss.	. .
Zara	44. 7	12. 53. 33	51. 26	11. 4 E	P. Panziera e signor Capit. di porto	. .

Num. totale dei documenti

TAVOLA II

Quadro dei dati di osservazione.

STAZIONI ORDINATE PER LATITUDINE	ORA IN T. M. DI ROMA	DIREZIONE 1ª scossa	DIREZIONE 2ª scossa	DIREZIONE unite od unica	GENERE DEL MOVIMENTO	TREGUA	DURATA	FORZA	ROMBA
Napoli, Oss. Vesuv.	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	quiete perfetta	. .	.. ..	. .	.. ..
Napoli, Oss. Univer.	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	lieve indizio	. .	.. ..	1	.. ..
Velletri	.. ..	.. ..	.. ..	SSE	.. ..	. .	.. ..	2	.. ..
Frascati	.. ..	.. ..	.. ..	SSW	ond.	. .	.. ..	2	.. ..
Roma	1.h 9m	.. ..	.. ..	SSW	ond.	. .	.. ..	1	.. ..
Aquila	.. ..	.. ..	.. ..	W	ond.	. .	.. ..	2	.. ..
Chieti	quasi 1.h t?	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	. .	.. ..	2?	.. ..
Penne	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	. .	.. ..	2	.. ..
Spoleto	12.54 circa	.. ..	.. ..	SSW	suss. ond.	. .	7s	3?	avanti
Ascoli	12.55? t?	.. ..	.. ..	SE	.. ..	. .	.. ..	4	.. ..
Amandola	12.57,5?	.. ..	.. ..	S	ond. suss.	. .	15 a 20	3-4	insiem.
Ripatransone	1.0 t?	.. ..	.. ..	.. ..	ond.	. .	6	4-5	.. ..
Sanginesio	.. ..	.. ..	.. ..	W	ond.	. .	8 a 10	4-5	.. ..
Perugia (Bellucci). .	12.55 circa	SW?	SSE o SE	.. ..	suss. ond.	no	6 a 8	5	.. ..
Id. (altri)	12.53?	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	. .	.. ..	. .	.. ..
Camerino	12.52,5	.. ..	.. ..	SSE	ond. invariab.	no	6	5-6	.. ..
Fermo	12.51	SE	SW	.. ..	ond.	3s	tot. 12	5-6	parecchie
Porto S. Giorgio . .	12.50	.. ..	.. ..	W	ond.	. .	10-12	4-5	no
Sinalunga	12.52	.. ..	.. ..	W	suss. ond.	. .	9	5	.. ..
Sanseverino	12.50,1	.. ..	.. ..	WSW	ond. vort. ond.	no	15	3 a 4	.. ..
Macerata	12.50	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	. .	.. ..	6 a 7	.. ..
Umbertide	12.53,5	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	. .	.. ..	3?	.. ..
Siena	poco av. 1.h t?	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	. .	.. ..	2 a 3	.. ..

STAZIONI ORDINATE PER LATITUDINE	ORA IN T. M. DI ROMA	DIREZIONE 1ª scossa	2ª scossa	unite od unica	GENERE DEL MOVIMENTO	TREGUA	DURATA	FORZA	[illegible]
Fabriano (Morbelli) .	12.53	.. ..	.. ..	SW	ond.	. .	breve	4 a 5	[illegible]
Id. (Zonghi) .	12.49 t?	.. ..	.. ..	S	suss. ond.	. .	10 a 12	6 a 7	[illegible]
Cingoli	12.55	.. ..	.. ..	SW	ond.	. .	7	5 ?	..
Volterra	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	ond.	. .	.. ..	2 a 3	..
Città di Castello . . .	12.56	.. ..	.. ..	SE	ond. suss.	. .	4 a 5	4 ?	..
Arezzo	.. ..	.. ..	.. ..	circa S	tre ondul.	. .	.. ..	3 ?	..
Castelplanio	12.57	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	. .	.. ..	. .	..
Iesi (Mattioni)	12.56,5	.. ..	.. ..	.. ..	ond., e suss. ?	. .	lunga	. .	..
Id. (Benedetti) . . .	12.55,5	.. ..	.. ..	SE	ond. suss.	bre-viss.	12ˢ	5-6	..
Cagli (Mei)	12.56	SW ?	ESE	.. ..	suss. ond.	»	15 a 20	5-6	[illegible]
Id. (Mariotti) . . .	12.52	.. ..	.. ..	SE	ond.	no	15	5-6	[illegible]
Chiaravalle	12.57	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	. .	.. ..	. .	..
Acqualagna	12.54	?	SE	.. ..	ond. suss. ond.	si	7 a 8	5 ?	..
Falconara	12.55	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	. .	.. ..	. .	..
Ancona (De Bosis) .	12.55	.. ..	.. ..	W 10° SW e S 15° SW	ond.	. .	oltre 10	5 a 6	[illegible]
Id. (Orsi) . . .	12.54 t?	.. ..	.. ..	W	ond.	. .	10 a 15	. .	[illegible]
S. Angelo in Vado .	12.53	.. ..	.. ..	SW	ond.	no	16	6 a 7	[illegible]
Sinigaglia (Querio) .	12.51	.. ..	.. ..	SW	suss. ond.	. .	8	. .	..
Id. (altri) . . .	12.55	.. ..	.. ..	W ?	ond. suss.	. .	10	6 a 7	[illegible]
Nizza	1.45,6 ?	.. ..	.. ..	SE	ond.	. .	4	2 a 3 ?	..
Sienne (lat. ?)	»	.. ..	.. ..	.. ..	ond. suss.	. .	.. ..	5 a 6	..
Alvernia	12.52,8	.. ..	.. ..	W	ond.	. .	6 a 7	3 ?	..
Bibbiena	12.30 ? t?	.. ..	.. ..	.. ..	ond.	. .	1	5 a 6	..
Empoli	12.53	.. ..	.. ..	S	ond.	. .	.. ..	2 a 3	..
Urbino (Serpieri) . .	12.51,5	.. ..	.. ..	SE e SW	ond. suss. ond.	. .	12	7-8	[illegible]
Id. (Mici)	12.50	SE ?	SW	.. ..	ond.	min.	30	. .	..
Serrungherina	12,50	.. ..	.. ..	SSE	ond. suss. ond.	no	13	8	[illegible]
Firenze (Pittei) . . .	12.52,8	.. ..	.. ..	SE	ond. suss.	. .	.. ..	4-5	..

STAZIONI ORDINATE PER LATITUDINE	ORA IN T. M. DI ROMA	DIREZIONE			GENERE DEL MOVIMENTO	TREGUA	DURATA	FORZA	ROMEA
		1ª scossa	2ª scossa	unite od unica					
renze (Cecchi) 1.ª	12.52,75	S	SSE	.. ..	ond.	—	19	4 ?	.. ..
renze (Cecchi) 2.ª	12.53,07				ond. suss.	—	15	5 ?	.. ..
Id. (Bertelli) . .	12.53	SW, W, S	SE	.. ..	ond. suss.	sì	.. ..	3 a 4	.. ..
rtoceto	12.51	.. ..	.. ..	SE	ond. suss.	no	12	8	.. ..
nnabilli	.. ..	.. ..	.. ..	W	.. ..	. .	lunga	5	.. ..
igno (Romagna) .	12.55	.. ..	.. ..	W ?	ond.	no	20 a 22	4-5	.. ..
ontetetto (Lucca) .	12.45 a 1ʰ	.. ..	.. ..	SSE	ond. suss.	. .	3 a 4	4	.. ..
ano	12.52,5	.. ..	.. ..	W	suss. vort. ond.	. .	.. ..	6-7	.. ..
iondaino	.. ..	.. ..	.. ..	SE	suss. ond. vort.	no	12	6-7	.. ..
esaro (Guidi). . . .	12.52,5	.. ..	.. ..	SSE e SW	ond. suss.	. .	.. ..	8	avanti
Id. (Mazzoli) . .	12.55,5	SE	?	.. ..	ond. suss. vort. ?	. .	.. ..	. .	.. ..
. Gaudenzio	12.56,3	.. ..	.. ..	SSE	ond.	. .	5 a 6	. .	.. ..
amaiore	1ʰ 12′ a 15′	.. ..	.. ..	SSE	ond.	no	8	2-3	.. ..
. Marino	.. ..	.. ..	.. ..	SW	suss. ond.	no	10	7-8	.. ..
. Sofia	12.53.17	.. ..	.. ..	SW	ond.	2 tr.	8	. .	.. ..
Montignoso	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	. .	.. ..	1-2	.. ..
Portico	12.55,7	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	. .	.. ..	6	.. ..
Rimini (C e M) . . .	12.55	.. ..	.. ..	SW	suss. vort. ond.	no	8	9	.. ..
Id. (altri)	12.53-12.54	.. ..	.. ..	S	ond. suss. vort.	. .	12	9	avanti
Rocca S. Casciano .	12.55,4	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	. .	.. ..	7	.. ..
ara	12.50,5	.. ..	.. ..	S	.. ..	. .	.. ..	2-3	.. ..
Meldola	1.ʰ circa t?	.. ..	.. ..	SE ed ESE	ond.	. .	10	5-6	.. ..
Cesena (Francavilla).	12.54	WSW	?	.. ..	ond. vort.	no	10	7-8	.. ..
Id. (Almerici). .	12.55	.. ..	.. ..	WSW	.. ..	. .	.. ..	. .	.. ..
Castiglione	1.ʰ circa t?	.. ..	.. ..	.. ..	.. ..	. .	lunga	8	.. ..
Porretta	1.ʰ circa t?	.. ..	.. ..	.. ..	due scosse	. .	.. ..	2 ?	.. ..
Modigliana	12.54,6	.. ..	.. ..	?	ond. suss.	. .	10	5-6	.. ..
Fognano	12.48,9	.. ..	.. ..	SE	ond.	sì	8 a 9	. .	.. ..

II.

Come il quadro ben dimostra, il terremoto del 18 marzo ebbe grandissima estensione. Zara, Belluno, Nizza, Velletri sono i vertici della grande area, dentro la quale qua e là corsero in varie direzioni più o meno furiose le forze geosismiche. Noi ne vediamo l' apparizione sopra un centinaio di punti fra loro separati e lontani, sparsi per la Dalmazia, l' Istria, la Venezia, la Lombardia, il Piemonte, la Toscana, la Romagna, l' Umbria, le Marche e le province Romane e Napoletane. Ma senza dubbio il fenomeno è generale ed uno, come tutti i rami di una pianta sono col fusto una pianta sola. Quindi il primo e maggiore problema che sorge da tutto questo complesso di osservazioni è quello che riguarda il modo di ridurre a scentifica unità la gran moltitudine dei fatti; sì che venga scoperto l' ordine di successione delle scosse e il mutuo legame delle une colle altre e di ciascuna con tutte. Allora i 101 punti rappresentati nel quadro generale divengono come le ordinate che segnano una curva continua; e il terremoto resta ben studiato e disegnato nelle primarie sue fasi, e la scienza ne profitta per convalidare qualche legge conosciuta e per fondarne delle nuove.

Cominciai questo studio coll' esaminare le direzioni delle scosse. Ma presto mi avvidi che i dati su questo punto erano troppo scarsi o forse meno perfetti. Infatti come le direzioni furono due e molto diverse in qualche punto, così dovevano esser due in tutti gli altri luoghi intermedi: il che non si vede. Ben conobbi allora che il problema sarebbe riuscito oltremodo difficile ed oscurissimo.

Mi feci coraggio, e mi voltai all' esame delle ore. Ed ecco subito una fortunata scoperta: *le ore più basse italiane sono eguali alle ore di Dalmazia ed Istria.* Vedete infatti sull' altra riva adriatica:

Zara	50^m, 5	media 51^m, 3
Pola	51, 5	
Fiume	52, 0	

Non posso introdurre le ore dell' isola Lussin e di Rovigno, perchè, come si vede nel quadro, sono soggette a dubbio per il loro valore o per la qualità del tempo.

In Italia le ore più basse (che vi prego di andar scegliendo con una rapida corsa sul quadro generale, trasandando soltanto quelle che accennano qualche terremoto isolato che certamente fu precursore del più grande e generale) in Italia dico, voi trovate

Camerino	52^m, 5	Sinigaglia.	51^m
Fermo	51	Urbino	51, 5
Porto S. Giorgio	50	Serrungherina . .	50
Sinalunga	52	Cartoceto	51
Sanseverino . . .	50, 1	Fano	52, 5
Macerata	50	Pesaro	52, 5
Cagli	52		

Media 51^m, 2.

È visibile la simultaneità dei due lontani fenomeni. Dunque il terremoto dell' altra spiaggia adriatica e il terremoto d' Italia non sono conseguenza l' uno dell' altro; e così apprendiamo che il terremoto di Dalmazia e Istria può studiarsi da sè solo. Ecco qui in ordine tutti i dati che al medesimo si possono riferire:

		Direzione	Forza
Zara	12. 50, 5	»	2-3
Lussin . . . verso	1 t?	W	4-5
Pola	12. 51, 5	SE	5-6
Rovigno	» 55 t?	W	4?

		Direzione	Forza
Fiume	12.52	W	4
Trieste	» 54,7	»	4?
Udine (Marinelli)	» 57	»	2-3

La legge dei moti progressivi è visibile: essi corsero, come il 12 marzo 1873, dalle basse alle alte latitudini. È vero che per Udine l'ora dell'Osservatorio è diversa: ma già bastano le altre stazioni, che hanno l'ora ben sicura, a dimostrare l'andamento che ho detto. Il prezioso dato della direzione SE, notata a Pola dal Müller, conferma la concorde testimonianza delle medesime stazioni. Le direzioni E-W notate a Lussin e Rovigno, con la forza delle scosse minore di quella di Pola, stanno (io credo) a provare che facilmente una direzione principale dà luogo a componenti diverse, e non possono invalidare il concorde linguaggio delle ore delle cinque stazioni Zara, Pola, Fiume, Trieste, Udine, che si trova in perfetta armonia coll'andamento dei maggiori movimenti notati dal signor Müller. D'altra parte l'ora del prof. Marinelli è ben garantita: « Le due persone, egli dice, che si accorsero del terremoto e me ne dettero notizia, lo notarono proprio nell'istante in cui l'orologio civico batteva il tocco; l'orologio civico è regolato a tempo medio locale. » La debita riduzione porta così l'ora che disopra ho data.

Ed ecco che il terremoto dell'altra costa dell'Adriatico (mi si permetta un'espressione forse nuova, ma buona e vera) è perfettamente *determinato*. — Così l'astronomo dice *determinata* l'orbita di una cometa, quando giunge a conoscere per dove cammina e in che verso cammina. — Solo aggiungerò, come mi scrisse il P. Panziera, che Ragusa, la quale in Dalmazia è la regione dei terremoti per eccellenza, nulla sentì in quella notte.

Le prime proposizioni, che, come primi lampi, cominciano a rischiarare l'oscuro problema, saranno dunque le seguenti:

a) *Il terremoto nella Dalmazia e nell'Istria è apparso all'istesso preciso minuto che segnava il principio dei moti italiani.*

b) *Il terremoto nella Dalmazia e nell'Istria ha corso dalle basse alle alte latitudini, sulla linea SE-NW.*

c) *E somiglia per più caratteri all' altro, che percosse la medesima spiaggia il 12 marzo 1873, movendo allora da più bassa latitudine, cioè da Ragusa.*

III.

Poichè il terremoto dell' altra spiaggia Adriatica fu contemporaneo a quello di alcuni punti d' Italia con perfetta coincidenza, viene subito il sospetto che ambedue avessero la stessa origine e quindi caratteri così somiglianti da dover giungere alla superficie quasi colle stesse forme. Questo facile e spontaneo concetto, convalidato dalla memoria di quanto accadde nel marzo 1873, addita la prima analisi da tentare. Caso ben singolare che i grandi terremoti italiani più facilmente possano studiarsi dietro la cognizione di quelli contemporanei dalmatini! Ecco dunque aperta una sorgente di facili ricerche, ecco caderci in mano un filo che promette di guidarci nel laberinto di tante osservazioni. Dovremo dunque vedere se in Italia quei moti, che furono contemporanei ai dalmatini ed istriani, provennero da SE e corsero realmente da SE a NW.

Per Urbino (scossa a $51^m, 5$) assicuro io che i moti venivano da SE. A un tratto mi trovai rotto il sonno, senza saper come: niun moto era cominciato: e poco dopo, ecco un tremollo confuso e generale senza distinta direzione: e poi, una furia di lunghi moti che per sei o sette volte fecero prova di rovesciarmi verso SE, sì che pareva (come scrissi al De Rossi) che ricevessi delle spinte da NW. Il mio sismografo dette semplicemente grandi onde SE-NW con *minima* isolata escursione verso NE.

Ma più bella e parlante è l' osservazione fatta a Camerino (scossa a $52^m, 5$) dal professor Berti, il cui sismografo fu quella notte il più bravo fra tutti in Italia. Esso consiste nel vecchio apparecchio del P. Cavalleri. La punta s' interna per circa un millimetro nella cavità di un cilindretto (o piccola viera) immerso nella polvere. Questo infrenato dalla punta si sposta e si affonda nella polvere dalla parte d' onde la scossa proviene. « La viera del pendolo lungo (mi scrisse il Berti) mostrò che la derivazione fu da SSE.

Io stesso, che mi trovava in letto senza avere ancora preso sonno, avvertii benissimo la detta direzione e derivazione da SSE. »

Alla stessa latitudine di Camerino, a Fermo (scossa a 51^{m}), eguale osservazione fu fatta dal prof. Agolini-Ugolini. Avendo egli sentito innanzi parecchi rombi sotterranei, tenea ben preparato un suo modesto sismografo; e da questo seppe puntualmente la prima corsa delle onde per SE-NW, e la seconda per SW-NE.

Alle decisive indicazioni dei tre sismografi di Fermo, Camerino e Urbino, che si agitarono in Italia all' ora stessa della Dalmazia ed Istria, unisco le osservazioni molto sicure (stabilite dopo lungo e minuto esame) di Cartoceto e Serrungherina; e risulta il seguente quadro che mostra ben chiare le prime forme che il fenomeno ebbe in Italia:

		Direzione	Forza
Camerino	52^{m}, 5	SSE	5-6
Fermo	51	SE poi SW	5-6
Urbino	51, 5	SE e SW	7-8
Serrungherina . .	50	SSE	8
Cartoceto	51	SE	8

Prego il lettore di considerare il gran valore di questo gruppo di dati che esce fuori dal quadro generale con caratteri del tutto speciali. Io posso in prima assicurarlo che quelle ore così basse sono molto bene accertate. Basterà che io dica che appunto per assicurare l' ora di Urbino, stetti per quasi due ore la mattina del 18 all' ufficio telegrafico, procurandomi il tempo da diverse stazioni, a fine di stabilire giustamente l' errore dell' orologio: sicchè risulta ancora che la mia ora è comparabile con quella dei telegrafi della spiaggia adriatica. Di più in quanto all' ora vi è grande accordo con quelle di molti paesi intermedi, che avevano gli orologi regolati con la meridiana. Infatti, eseguita la riduzione, ebbi:

Porto S. Giorgio . .	50^{m}	Cagli (Mariotti) . .	52
Sanseverino	50, 1	S. Angelo in Vado .	53
Fabriano (Morbelli) .	53		

La media che si ha dalle dieci sopradette stazioni, comprese prossimamente fra Camerino e S. Angelo, viene

$$51^m, 74:$$

la quale ora può dirsi identica con la media di 51^m, 3 di Zara, Pola e Fiume: mentre nella linea Rimini-Forlì domina (come si vede facilmente) l'ora 55^m.

In secondo luogo vuol notarsi che tra i *primi* moti avvenuti in Italia, gagliardissimi furono quelli di Urbino, Cartoceto e Serrungherina. Ora è naturale che un' onda violenta e poderosa non si lasci troppo modificare dalle condizioni dei luoghi e non cangi direzione dinanzi alle resistenze che incontra, ma anzi signoreggi le resistenze piegandole secondo il proprio andamento. Così intendiamo come la direzione SE, che dominò nelle prime cinque stazioni dev' essere stata immediata e primaria. Invece in quei luoghi dove l' urto fu debole ogni cangiamento di direzione era possibile. In tal caso, a meno di una chiara rivelazione espressa nell' ordine delle ore, sarebbe ben difficile di trarre sicure conclusioni dalla maniera dei movimenti. Infatti, basta che si combinino in una stessa città diversi osservatori, perchè subito appariscano essenziali differenze. Così a Cagli

il prof. Mei ebbe	SW ed ESE
il Sig. Mariotti	SE

a Fabriano

il prof. Morbelli.	SW
il prof. Zonghi	S.

Da Firenze il P. Bertelli mi scrisse che pur dentro il suo Collegio la direzione fu molto varia, dove SE e dove SW. Adunque non v' è da far troppo conto delle varie direzioni manifestate da lievi scosse: e perciò la chiara concorde testimonianza delle nostre prime cinque stazioni resta in tutto il suo valore. Questo punto vuol essere ancora più completamente definito; ma intanto risultano queste leggi di fatto:

d) *La prima fase del terremoto italiano è stata a 51^m. 74, cioè*

all' ora stessa di Zara, Pola e Fiume, e colpì Camerino, Urbino e più paesi intermedi.

e) *Questa prima fase italiana ebbe, come in Dalmazia, il primo avviamento e le direzioni primarie da SSE o SE.*

f) *Molte lievi ondulazioni concomitanti dovettero modificare i propri andamenti secondo le condizioni dei luoghi.*

IV.

Le conclusioni finora raccolte non sono ancora ben definite nella loro estensione. Ciò si deve a questo mio metodo, consistente (mi si permetta una volta di dirlo) nel pigliare dai fatti quel poco che chiaramente ne insegnano, dando via via ad ogni deduzione il massimo possibile rilievo; ma stando sempre nei limiti precisi e rigorosi che rispondono al diretto insegnamento dei fatti. A palmo a palmo mi guadagno il campo che voglio possedere, e ogni passo fatto, lo rassicuro con ogni studio, e ne prendo lume per i passi da fare. Così ora vien naturale la ricerca: la fase Camerino-Urbino fu confinata fra queste latitudini, o piuttosto invase una zona più lunga?

Studiando con questa mira il quadro generale, si resta subito colpiti dalle ore assai basse di Alvernia, Sinalunga, Empoli, Firenze, Bologna. Eccole qui schierate, con più l' ora di Arezzo dedotta da quelle di Sinalunga e Alvernia:

		Direzione	Forza
Sinalunga	52^m	W	5
Arezzo	52, 4	S?	3?
Alvernia	52, 8	W	3?
Empoli	53	S	2 — 3
Firenze (Pittei) . .	52, 8	SE	4 — 5
» (Cecchi) . .	52, 75	S	4 — 5
» (Bertelli) . .	53 circa	SW e SE	3 — 4
Bologna	53, 2	SSW	5 — 6

Confronto queste ore con quelle di tanti altri luoghi che sono più vicini ad Urbino. Rimini, Cesena, Forlì, Cesenatico, Cervia,

sono vicini ad Urbino due o tre volte più che Firenze: eppure l'ora che domina

da Urbino a Firenze è . . 51^m a 53
da Rimini a Forlì 55

La tanta prestezza dell' arrivo delle onde a Sinalunga e Firenze, a confronto del loro corso lentissimo verso la Romagna, è tal fenomeno che non si spiega col semplice movimento di propagazione. Aggiungete che a Firenze le onde giunsero debolissime, e in Romagna oltremodo potenti, come si vedrà in appresso: sì che i più deboli moti avrebbero avuta una velocità doppia e tripla dei più gagliardi. Egli è dunque evidente che verso il Fiorentino le onde non andarono per questa via, ma per altra più diretta e immediata: cioè vi salirono di sotterra, tutte insieme con quelle che salirono a percuotere la zona Camerino-S. Angelo, accompagnate da un' ala più poderosa verso Urbino. Così apparisce che la prima fase o *il primo focolare sismico deve avere occupata tutta la zona Camerino-Alvernia o Camerino-Firenze.* — A questo punto delle mie deduzioni ricordai che nel 1873 il focolare o radiante sismico fu sulla zona Spoleto-Firenze, e quasi per intero rispondeva all' asse di una lunga catena di montagne. Vi dev' esser dunque, dissi fra me, un' altra catena appenninica da Firenze o dall' Alvernia a Camerino! La posizione del radiante mi faceva indovinare la costituzione geologica dei luoghi. Basta infatti gettar l' occhio sulla carta d' Italia per conoscere che il radiante sismico non m' ingannava. Io ne rimasi sorpreso; e non so chi non farà le meraviglie nel vedere che per due volte il primo radiante sismico comparisce sotto le maggiori diramazioni dell' Appennino. Dunque le forze che dal profondo salgono a quando a quando a sospingere queste terre italiane fanno prova di sollevare l' Appennino! Non ha forse l' Appennino ancora finito di elevarsi? Siam dunque ancora nel periodo del suo sollevamento? Questa suprema sintesi mi balenò per la mente al vedermi novamente comparire un radiante simile a quello del 1873. Però a me basta di averla accennata. Il tempo e le osservazioni decideranno. Stiamo per ora paghi a riconoscere

che in Italia la zona, dove prime sbucaron fuori le forze sotterranee, stendevasi da Camerino fino verso Firenze.

Se altri vorrà prolungare questa zona fino a Bologna, non saprei davvero contraddirlo stando alle pure osservazioni. Ma l'esame delle condizioni topografiche ci offre buone ragioni per qualificare piuttosto come secondari e derivati i moti del suolo Bolognese. Altrettanto potrebbe qualcuno dire per Firenze: al che i fatti certamente non contrastano; perchè tanto a Bologna quanto a Firenze l'anticipazione delle scosse potrebbe essere derivata dalla loro vicinanza all'estremo NW della zona radiante. Ma in quanto a Firenze io inclino veramente ad ammettere che essa sia stata nel confine delle prime impulsioni. A ciò pensare m'inducono le osservazioni del prof. Pittei e del P. Cecchi, che notarono abbastanza pura ed intatta la direzione stessa di movimento segnalata a Camerino. Contradice forse il P. Bertelli, col quale ebbi il piacere di sostenere una lunga ed amichevolissima lotta epistolare per la determinazione della prima fase dei moti ne' suoi eccellenti istrumenti. Il suo isosismografo avea dato i maggiori spostamenti

a SE $3^{mm}, 6$ a NE $2^{mm}, 2$.

Pure egli crede che il primo moto fosse da NE. Ma da bravo osservatore quale egli è mi fa notare che il Collegio dove egli sta, si trova nella vallata del Mugnone, la quale interseca ad angolo retto quella dell'Arno. Pensando a questa condizione che ha gran valore, perchè al suo osservatorio la scossa fu debolissima, e ricordando pure che in diversi punti di quel Collegio ebbero luogo direzioni molto diverse, sarebbe pur conciliabile l'opinione del padre Bertelli con ciò che le altre osservazioni, compresa quella di Empoli, manifestano.

Dopo ciò appena importa che io faccia riflettere che qualche osservazione non ben sicura di alcuni luoghi intermedi, non presenta seria opposizione. Per esempio l'ora $12^h\ 56^m$ di Città di Castello contradice: ma Umbertide (Fratta) lì presso dà $12^h\ 53^m\ \frac{1}{2}$. Invece la direzione SE notata a Città di Castello favorisce.

Quindi riassumendo le presenti considerazioni, abbiamo:

g) *La velocità dei moti troppo grande da Camerino a Firenze e troppo diversa da quella verso la Romagna, e la natura dei moti stessi dimostrano che il focolare sismico era molto avanzato verso Firenze.*

h) *La catena appenninica che sta a levante del Tevere fu sospinta da forze primarie sotterranee, come nel 1873 fu sospinta l' altra catena che sta a ponente del Tevere.*

i) *Dura forse anche ai nostri giorni l' antico lavoro delle forze endogene tendente a sollevare l' Appenino centrale?*

V.

Nel numero precedente io ho dovuto parlare di onde primarie e derivate, di focolare o radiante sismico, secondo certe idee particolari che già mi vennero suggerite dai fatti nel 1873 e che oggi ricevono nuova conferma. Stimo bene di spiegarmi una volta più largamente sopra tali punti, anche per andare più franco nell' analisi che seguirà, tentando di segnare qualche tratto di una teoria generale, quale oggi sembra abbastanza svelata dall' osservazione. Ma prego il lettore di lasciar da parte molti particolari, e di mettersi con me a un punto di vista piuttosto elevato, per abbracciare l' insieme dei fatti e poter cogliere di tal modo le loro primarie e più riposte ragioni.

Comincio dal riflettere che i terremoti che appariscono simultanei ed isolati in lontane regioni debbono avere la loro origine a grandissima profondità. Infatti la simultaneità degli urti indica l' unità di origine; e se l' origine fosse poco profonda, la prima apparizione non avverrebbe su lontani distretti, ma piuttosto sui punti della superficie immediatamente sovrapposti a quel centro. Oltre di che ognuno comprende che una scossa nata presso la superficie, come sarebbe lo scoppio di uua grossa mina, non manda mai le sue vibrazioni a distanze stragrandi; perchè, credo io, le forze si consumano e presto si spengono nel libero movimento degli oggetti che sono alla superficie.

Dal profondo centro di scotimento le forze si avvieranno alla superficie a guisa di un esercito che muove di fronte per vie molto

diverse, e più avanza, più si dilata e più assottigliansi le sue ali, come fa un fiume che dilaga una campagna. Naturalmente vi saranno sotterra vie più conduttrici e vie meno conduttrici per codesti raggiamenti dinamici, qualunque sia la loro natura, o siano vibrazioni e ondulazioni, o siano masse vaporose o torrenti di lava. Molte radiazioni andranno dunque assorbite durante questa corsa ascendente: altre resteranno vive e potenti. E queste che restano vive essendo incamminate per vie separate daranno origine a terremoti isolati e lontani, che si direbbero indipendenti, se la loro simultaneità e spesso l' eguaglianza di direzione non svelasse la loro primitiva colleganza. Se tutte le forze si spegnessero per via, verrebbe pure a noi, qua e là alla superficie, la vibrazione sonora in forma di cupo boato, fedele e spaventoso annunzio di un terremoto rimasto a mezza strada, che potrebbe aver sgombrate le vie per la più facile corsa di un terremoto novello.

Le forze rimaste vive e potenti nella faticosa ascensione verso la superficie ecciteranno su questa dei moti che saranno di puro sussulto, se salirono in direzione molto prossima alla verticale; faranno movimenti misti di sussulto e ondulazione, se, come il più delle volte deve accadere, si presentano oblique. Orizzontali non si presenteranno mai.

Nei grandi terremoti sarà maggiore il numero delle radiazioni che potranno giungere alla superficie, le quali faranno dunque la loro comparsa, come furioso terremoto che agita una grande estensione di paese. La prima apparizione alla superficie sarà simultanea in tutti i punti percossi da forze eguali, quando queste sian salite in un fascio verticale; dappoichè facilmente le forze eguali avranno corso con velocità eguali. Ma l' apparizione avverrà ne' diversi punti in tempi successivi, con lievi differenze, quando le forze eguali siano salite per linee oblique; e le differenze nell' ora dell' arrivo alla superficie potranno anche bastare per calcolare l' angolo d' incidenza delle forze ascendenti.

Da questi principii discende l' idea che io mi formo, e la definizione che io do del *focolare sismico,* lasciando da parte ogni indagine ed ipotesi sulla natura di quelle esplosioni o catastrofi sotterranee, nelle quali è riposta la prima origine lontana del feno-

meno. Io chiamo *focolare sismico* quella porzione di superficie che riceve direttamente gli urti delle forze endogene. E i primi movimenti che segnano la subita animazione del focolare sismico, li chiamo *movimenti primari.* Ben si vede che in questo modo io adotto una terminologia che unicamente si riferisce ai fatti visibili, ai dati di osservazione. Il che ho fatto avvisatamente, perchè a far progredire questi studi bisogna, a me pare, restar paghi per ora a indagare le maggiori e più sicure leggi dei fatti. Insomma il mio focolare sismico è confinato nella scorza più esterna del globo; ben inteso che desso è sempre conseguenza, e come eco parziale, di altro focolare più profondo. In buon accordo con queste definizioni il popolo suol dire: *il terremoto ha scoppiato nel tal luogo: in altri luoghi ha battuto per consenso.* Così io sentiva dire fin da fanciullo: e la sottile distinzione, che mi faceva pensare una speciale categoria di terremoti benissimo denominati *di consenso,* dei quali ho sempre chiaramente concepito i giusti caratteri, la trovo oggi perfettamente razionale.

Infatti l' agitazione prodottasi nel focolare sismico della superficie non può restar limitata ne' suoi confini. Quella regione primamente colpita è congiunta saldamente alle terre circostanti: quindi le vibrazioni eccitate nel focolare debbono diffondersi tutt' intorno e occupare via via dei cerchi sempre più larghi, manifestandosi per le varie stazioni in forma di confuso tentennamento, che fa specialmente vibrare i corpi più elastici, come sono i vetri delle finestre, i quali, come si sa, pigliano un rapido e sonoro tremore, assai prima che le vere sensibili onde arrivino. E sono queste vibrazioni che forse producono il rombo precursore. Poi la zona centrale colpita dalle onde dirette comincia i suoi moti di alzamento e di abbassamento, cioè le masse si spostano, e una vera altalena comincia d' immense e superbe moli. Allora per necessità un' eguale ondulazione si propaga all' intorno: e non è più semplice vibrazione trasmessa per la crosta terrestre, ma è ondulazione della crosta medesima, che imita l' ondulato correre de' serpenti, o l' ondoso agitarsi dell' acqua attorno un centro di percossa. Così dal focolare sismico prima ci viene una serie di minuti tremori, che vanno crescendo di energia perchè rispondono via via a crescenti

somme di colpi; e poi ne giungono vere ondulazioni, che rappresentano l' istessa altalena del lontano focolare. Queste ondulazioni diramate dal focolare hanno caratteri loro propri: camminano quasi orizzontali: corrono molto lontano sulle vie più solide ed elastiche; si arrestano e si spengono con grandi rovine nei terreni meno compatti: hanno velocità non grande, che forse non arriva a un chilometro al secondo: sono perpendicolari all' asse del focolare. Cotali ondulazioni io chiamo *derivate* o *secondarie,* per distinguerle da quelle concepite dal focolare, che dissi *primarie* o *dirette.*

Tutte queste, e non più, son le facili, e, a me pare, non ipotetiche dottrine, che formano *la teoria,* che direi *dei radianti sismici,* teoria che toccai nell' altra mia Memoria del 1873, e che risponde in una forma forse più generale alla nota legge scoperta dal De Rossi relativa agli scotimenti delle fratture vulcaniche.

La parola *radiante* è usata da gran tempo per le stelle cadenti: e indichiamo con essa quei piccoli spazi di cielo, da dove le varie piogge di stelle sembrano venir fuori e diramarsi all' intorno: e molti radianti hanno forme allungate, ellittiche o lineari, come appunto i focolari sismici. Si possono riconoscere nei due ordini di fenomeni così facili analogie (salvo la tremenda dinamica degli uni e la innocentissima degli altri), che subito si vede che niente meglio della parola *radiante* poteva pensarsi per dire assai completamente le qualità dei focolari sismici. Questi producono intorno a sè per ogni verso raggiamenti di onde che vanno lontano a smovere e squassare le terre: quelli *sembrano* lanciare da ogni parte le vaghe stelle, che vengono per l' aria a filare i bei fili d' oro, movendo, come dice Dante, gli occhi, che parean sicuri! Gli uni ricevono la loro subitanea animazione da sotterranee invisibili correnti; gli altri da lontane invisibili correnti discese per gli spazi planetari. La ricerca del radiante è lo studio principale per ogni pioggia di stelle: e la scoperta del radiante è il primo passo alla scientifica determinazione di un terremoto. Il radiante sismico è l' incognita principale che bisogna determinare nella grande confusissima equazione formata di tutti quanti i dati che i diligenti osservatori avranno potuto raccogliere.

Il presente abbozzo di una teoria, che parmi di potere positi-

vamente stabilire, intorno ai *radianti sismici* si riassume nelle seguenti proposizioni:

A) I terremoti che appariscono simultanei ed isolati in regioni lontane, hanno origine a grandissima profondità.

B) La corrente delle forze endogene viene alla superficie più o meno obliquamente; orizzontale mai.

C) La sua obliquità basta spesso da sè sola a dar ragione delle piccole differenze delle ore, che segnano la successiva animazione dei vari punti di un' estesa superficie.

D) Il luogo dove viene a sfogare alla superficie quella corrente di forze diventa *focolare sismico*, ossia sorgente di tremori e ondulazioni, che corrono all' intorno a grandi distanze.

E) I moti del focolare primamente colpito li diciamo *primari;* e quelli che all' intorno si diramano, *secondari* o *derivati*.

F) Il moto di altalena del focolare si traduce più spesso in moti somiglianti sopra linee perpendicolari all' asse maggiore del focolare.

G) Il focolare sismico è meglio detto *radiante*.

VI.

Determinare prossimamente per quanto è possibile la posizione del radiante sismico, scoprirne le qualità, le forme e le relazioni coi rilievi del suolo, indovinare l' ordine della sua subitanea animazione, vale quasi come trovare il filo principale che rannoda e spiega tutti i fenomeni dinamici di un gagliardo ed esteso terremoto. Perciò dopo avere abbastanza trattato della posizione del radiante primario, passo a mostrare come le facili dottrine esposte nel paragrafo precedente ci danno inaspettate rivelazioni sulle altre qualità del radiante medesimo.

Chi unicamente avesse posto attenzione alle ore di Camerino e Fermo, inferiori di solo 1^m a quella di Firenze, e insieme all' avviamento dell' onda che passò per Camerino diretta a Firenze, avrebbe dovuto concludere a una velocità quasi tripla dell' ordinaria, ed anche ammettere che quell' onda di forza 5-6, cammin facendo si fosse ingrossata fino alla forza di 8 sopra Urbino. A

queste non razionali ipotesi o deduzioni la teoria ora esposta dei radianti contrappone una facile e vera spiegazione; cioè, le onde salirono di sotterra ordinate in lunga e poderosa falange, che aveva il nerbo di sue forze, non agli estremi rivolti verso Firenze e Camerino, ma piuttosto verso il mezzo e nelle linee di fianco, che si lanciavano verso Urbino. Salirono quelle onde come un fiume che ha diverse velocità ed impeto diverso in vari punti di una medesima sezione. Il filone massimo era diretto a queste valli del Metauro, dove forse per questa ragione anche le ore dell' arrivo sono un momento anticipate sulla stessa ora media di Camerino e di Fermo.

Ora è curioso un riscontro che può farsi colle fasi dell' altro terremoto molto somigliante del 12 marzo 1873. Allora le scosse contemporanee di Dalmazia e d' Italia furono prossimamente sulle linee

Ragusa-Trieste
Spoleto-Firenze.

Questa volta invece cominciarono in Dalmazia a una latitudine più alta. Ebbene, di qua dall' Adriatico è stato l' istesso: la latitudine di Urbino è di poco inferiore a quella di Zara, e anche Camerino ha latitudine un poco più alta di quella di Spoleto. Non è egli visibile una certa solidale corrispondenza tra i terremoti delle due spiagge? Avviamento dei moti, minuto preciso delle scosse, eguali: origine spostata di là dell' Adriatico, e spostata di qua nel medesimo verso.

Fra le proposizioni di sopra stabilite sarà sembrata forse troppo ardita quella (*C*) che riguarda la misura dell' obliquità della corrente dinamica lanciata di sotterra verso la superficie. Pure il terremoto che andiamo studiando ci fornisce il modo di applicar con buon fondamento quel principio. Infatti la corrente endogena non percosse al medesimo istante tutto il radiante. L' ora media di Camerino e Fermo fu $51^m,65$; l' ora di Firenze, confermata da quella di Empoli, fu 53^m. Dunque

A un estremo del radiante	51, 75
All' altro estremo	53
Differenza	1, 25

La forza ebbe a un dipresso il grado 5 da ambedue le parti; quindi può ritenersi che le onde giungessero colla stessa velocità nei punti suddetti; e perciò il ritardo di $1^m,25$ nel Fiorentino mostra che le onde non salivano per la verticale, ma per linee oblique.

Rappresenti una linea *FC* l' asse orizzontale del radiante Firenze-Camerino. Le linee dinamiche parallele fra loro sono piegate a SE della verticale, e la fronte delle onde sotterranee, normale alla direzione di queste linee, nell' atto che giunge a percuotere Camerino, è ancora distante da Firenze. Pertanto il triangolo rettangolo *FCE*, nel quale *F* e *C* (Firenze e Camerino) siano gli estremi dell' ipotenusa, avrà per uno dei cateti *CE* fronte dell' onda ora citata, e per altro cateto *FE*, distanza che il moto sismico dovè percorrere ancora in $1^m, 25$ per giungere a Firenze.

L' angolo d' incidenza delle onde, cioè l' angolo FCE sarà quindi dato dall' espressione

$$\text{sen FCE} = \frac{\text{FE}}{\text{FC}}$$

Si può supporre una velocità approssimata di 60 chilometri nel corso sotterraneo dei moti, e si ha

$$\text{FE} = 60 \times 1,25 = 75 \text{ chilometri.}$$

E calcolando la distanza FC per mezzo delle coordinate geografiche dei due paesi si ha

$$\text{FC} = 160 \text{ chilometri}$$

$$\text{onde sen } i = \frac{75}{160}$$

$$\text{ed } i = 28^{\circ} \text{ circa}$$

valore di semplice approssimazione che può ritenersi come indizio di una inclinazione di circa 30°.

Ed ecco dunque sempre meglio delinearsi le forme e qualità del radiante: ecco nuove rivelazioni fornite dai dati di osservazione:

k) *Le forze endogene salirono come un fiume che aveva nel fianco di levante il maggior nerbo di sue forze.*

l) *A confronto del terremoto del 1873 si trova che il radiante si è alzato in latitudine, tanto in Dalmazia quanto in Italia.*

m) *La prima corrente* diretta *saliva inclinata alla superfice facendo con essa un angolo di circa 60°.*

VII.

Ma questo primo problema non è ancora trattato che per metà. Resta a vedere se realmente dalla zona che diciamo *radiante* vennero fuori all' intorno novelle radiazioni. Quando ciò sia provato, ben si vede che tutti i risultati ottenuti formeranno un tutto così connesso ed armonico da indurre perfetta convinzione.

Per fare questo nuovo studio ho cominciato dall' estrarre dal quadro generale i dati principali spettanti alle stazioni poste a NE del radiante. Là dobbiamo trovare le radiazioni laterali della zona centrale, e là convien subito rivolgere i nostri sguardi, perchè probabilmente verso Rimini e Cesenatico qualche nuovo oscuro problema ci aspetta, sapendo l' orribile sconquasso avvenuto in quel paese. Ecco i dati da esaminare:

STAZIONI	ORE	DIREZIONI
S. Ginesio	. . .	W
Sanseverino	$50^m,1$	WSW
Macerata	50	. . . .
Cingoli	55	SW
Castelplanio	57	. . . .
Jesi	56 media	SE
Chiaravalle	57	. . . .
Ancona	54,5 media	WSW e SSW, ovv. W
Falconara	55	. . . .
Sinigaglia	53 media	SW, od W?
Pennabilli	. . . .	W
Bagno	55	W?
Fano	52,5	W
Mondaino	. . . .	SE
Pesaro	54 media	SSE e SW, ovv. SE
S. Marino	. . . .	SW
S. Sofia	53,2	SW
Portico	55,7	. . . .

STAZIONI	ORE	DIREZIONI
Rimini	55^m	SW
Rocca S. Casciano	55,4	. . . .
Meldola	. . . .	SE ed ESE
Cesena	54,5 media	WSW
Modigliana	54,6	W, ovvero S
Fognano	(49?)	SE
Cesenatico	($1^h.5^m$?)	S
Forlì	55	W, poi SE
Faenza	54	W
Cervia	(55 t?)	SW
»	(45 t?)	. . . .
Castel Bolognese	55	SW
Ravenna	55	SW
Alfonsine	55 t?	SW
Bologna	53,2	SSW
Ferrara	55 t?	. . . .
Chioggia	. . . .	W?

Il primo saggio da fare di questi dati, è di prendere cecamente la media di tutte le ore (escluse quelle visibilmente discordi), e di cercare fra tutte le direzioni le più ripetute o prevalenti. Per le ore viene

Media generale 54^m, 39.

Per le direzioni abbiamo:

W	10	25	S	2	10
WSW	3		SSE	1	
SW	10		SE	6	
SSW	2		ESE	1	

Quindi apparisce:

1. Che realmente, come si era già avvertito, a NE del radiante domina un' ora più avanzata di quella del radiante. Il radiante si destò fra 51^m e 53, e la zona laterale di NE fra 54 e 55.

2. A NE del radiante domina nei movimenti la direzione di SW, che è perpendicolare alla direzione dei moti propri del radiante.

Questi medi e generali risultati vie più si confermano, se si fa con attento esame una scelta razionale dei dati migliori e più significanti. Infatti le poche stazioni che ebbero ben pronunciata la direzione SE, e non quella di SW, sono soggette a qualche eccezione. Per esempio Fognano e Meldola, vicinissimi al radiante, non potrebbero aver fatta parte del medesimo? Pesaro e Jesi, tanto vicine ad Urbino e Camerino, non potrebbero aver ricevute delle onde dirette e primitive innanzi di ricevere le altre? Inoltre è da riflettere che le ore meglio fissate e più certe sono quelle di Ancona, Rimini, Cesena, Forlì, Ravenna e Bologna; e perciò viene veramente con piena certezza stabilito che tutta la zona littorale Ancona-Ravenna fu primamente percossa da forti onde di SW, e fu in un medesimo istante, cioè fra 54^m e 55.

Ognuno che abbia letta l' altra mia Memoria sul terremoto del 12 marzo 1873 vede da sè l' importanza teorica del fatto ora rilevato: esso è identica ripetizione di altro fatto eguale riconosciuto in quella circostanza. Allora il radiante fu Firenze-Spoleto, e parallela ad esso si scosse dopo 3^m la spiaggia adriatica, tutta d' un colpo, con moti di SW perpendicolari, come ora, ai moti del radiante. I due grandi fenomeni, lontani due anni, hanno dunque eguali leggi, e quasi occupano il medesimo campo. Quindi si convalida non solo la bella legge del De Rossi, che *allo scotimento di una linea di frattura succede l' oscillazione trasversale de' suoi labbri,* ma inoltre viene a definirsi la forma costante dei nostri terremoti, e quasi direi l' abito sismico dell' Appennino centrale e delle sue basi.

Intanto la serie delle nostre proposizioni, destinate a decifrare il vasto enigma, si accresce delle seguenti:

n) *Il radiante lanciò al lido adriatico gagliarde ondulazioni moventi da SW a NE;*

m) *Si disvela l' abito sismico dell' Appennino, che è di agitarsi secondo l' asse della penisola e di urtare traversalmente le zone littorali.*

VIII.

Ma, come testè diceva, qualche grande novità ci aspetta sulla spiaggia adriatica. Rimini, Cesenatico, Cervia e altre città del litto-

rale sotto l' onda di SW traballarono sì forte, che tutti gli edifizi ne furono scompaginati; e caddero cornicioni di palazzi, si aprirono volte, si spaccarono muri, precipitarono tetti e solai, si spostarono con moto vorticoso torri e campanili, e tutto andò in grande soqquadro. Possibile che le onde secondarie di SW, raggiate dalla zona centrale, facessero da sè sole tanto lavoro di spaventevoli rovine?

Nel 1873 m' incontrai in eguale problema nelle province di Camerino e Urbino, che per le onde conseguenti di raggiamento laterale furono più sbattute che la zona radiante. Allora potei sospettare qualche interferenza di onde giunte dalla Dalmazia, la quale era stata scossa con assai energia: e lasciai là la mia ipotesi, senza poterla sorreggere con vera dimostrazione, aspettando più chiari lumi dai fenomeni avvenire. Ora quell' ipotesi non reggerebbe, perchè la riva opposta dell' Adriatico si è mossa debolissimamente. Diamoci dunque a una nuova analisi, cercando nelle osservazioni qualche nuovo elemento di gran valore, sì che si palesi il segreto della vera spiegazione, o almeno venga a meglio determinarsi il problema.

Che altro dunque fu notato sul littorale Riminese? È un fatto che tanto a Rimini quanto a Cesenatico e Cervia le maggiori rovine avvennero pei moti di SW e NE, come io stesso sui luoghi ho verificato. Quale fu dunque la causa che fè crescere a tanta violenza le onde laterali derivate dal primo radiante? Qual altro fenomeno si aggiunse? Vi nacquero forse nuovi movimenti? E in tal caso quali furono, e come poterono generarsi, e quali rapporti avevano coi moti precedenti? Procediamo con molta cautela, e mandiamo innanzi due studi speciali, dai quali, come si vedrà, viene molto lume al problema.

1.° *A Rimini, Cervia, Cesenatico, vi fu gran moto sussultorio.* Tutte le relazioni sono concordi nell' affermarlo. Stava sopra un tavolo (scrive da Rimini il prof. Meneghelli) una bottiglia chiusa con tappo di vetro, con un bicchiere capovolto al di sopra del tappo. Rimase in piedi la bottiglia, e il bicchiere ed il tappo si trovarono rotolati sul pavimento. Un vaso piuttosto grande era posato sopra una stufa; e un perno fissato nella stufa penetrava

nella base del vaso. Dopo il terremoto il vaso fu trovato a terra. Tralascio di citare altri fatti particolari, e solo dirò che il moto sussultorio si estese potentissimo a tutte le colline sovrastanti la spiaggia, onde fu comune l'aprirsi spontaneo delle porte e delle finestre.

A Cesenatico, secondo la relazione del sig. L. Signorelli, la torre del pubblico orologio è caduta verso NE nel mezzo del terremoto, forse quando il medesimo da sussultorio si fece vorticoso. Cesenatico non ha esempio di terremoti simili. E secondo il signor Bolognesi: « i moti furono da principio sussultorii. »

Da Cervia il sig. Zabardi mi scriveva: « L'orribile scotimento, preceduto da cupo rombo, fu in prima per 2ˢ sussultorio. Io stava in letto in una camera a pian terreno e ancora era desto. Appena avvertito il forte mugghio sotterraneo, sentii il letto balzar con violenza dal basso all' alto. »

2.° *Moto di SE nei medesimi luoghi.* Per lungo tempo ho dubitato se ai raggiamenti di SW si aggiunse sulla spiaggia riminese qualche urto di SE. A Pesaro questi moti li riscontrò il prof. Guidi nel sismografo Ragona: a Mondaino e Meldola li segnalarono i sigg. Baldolini e Babacci: a Forlì appariscono come principali e lungamente ripetuti nell' ultima e corretta fotografia inviatami dal Riatti. Ora, mirando sulla carta geografica le posizioni di questi luoghi, si scorge che esse fanno un semicerchio intorno a Rimini, e che Pesaro, Rimini e Forlì si trovano nelle stesso diametro diretto da SE a NW. Questa sola osservazione bastò in prima per vincere un poco i miei dubbi e farmi ammettere come molto probabile che gagliarde ondulazioni di SE passassero per Rimini, e ivi si combinassero colle prime di SW. Ma quale origine potevasi assegnare a queste seconde ondulazioni? È chiaro che non v'era altro modo di spiegarle che quello di supporre un nuovo sfogo di forze sotterranee, e la subita formazione di un nuovo radiante tutto proprio di quei luoghi. La questione era seria e delicata. Invocare fatti meramente probabili per concludere a gravissimi e paurosi risultati era troppo azzardo. Non avrei certamente avuto l'assenso dei più, e la parte forse più nuova e significante del presente studio sarebbe rimasta troppo lievemente scolpita e quasi campata in aria come

ipotetico o chimerico castello. Perciò mi decisi di andare da me stesso a studiare le rovine fatte dal terremoto, per vedere se il sospetto che mi stava tanto fisso nella mente aveva buon fondamento. Ecco in breve i risultati che ho raccolti nel mio viaggio, i quali erano sfuggiti all' osservazione di altri.

A Rimini il moto di SE fu violentissimo. Eccone qualche prova che scelgo tra moltissime da me raccolte: 1.° Le prove di quel movimento sono ben visibili nella Chiesa dei Teatini in due grandi fessure verticali che percorrono il muro sinistro della Chiesa diretto da SE a NW. 2.° Egual fessura si vede nei muri della grande scala del Palazzo Comunale. 3.° Al palazzo Gioia due grossi cornicioni, disposti in direzioni fra loro perpendicolari, sono precipitati uno verso SW l' altro verso NW. 4.° Nella Cattedrale i marmi che formano i bellissimi finestrini della cappella della Madonna detta *dell' Acqua,* si sono spezzati per il moto di SE, nella quale direzione quei fianchi della Chiesa sono disposti. 5.° Nel cortile contornato di logge, che è alla sinistra della medesima Cattedrale, una grossa sbarra di ferro, collocata per chiave del primo arco presso la porta d' ingresso e diretta da SE a NW, si è spezzata nel mezzo. 6.° Nella casa dell' avvocato Bonini una tavola appoggiata al muro, molto inclinata verso NW, ha girato sulla propria base rovesciandosi verso SE. Per questi e molti altri fatti è ben provato che avvenne un gagliardo scotimento SE-NW, e fu un secondo gagliardissimo terremoto, che sopravvenne a combinarsi col primo diretto da monte a mare. I riminesi che videro la più parte dei muri, dei cornicioni, dei camini ecc. rovesciarsi verso SW o verso NE, cioè verso il monte o verso il mare, non si accorsero di questa seconda concussione che si associava alla prima; non si accorsero che la povera città fu per un momento in balìa di due terremoti sovrapposti.

A Cesenatico ho trovato di gran lunga prevalenti le cadute dei muri verso il mare, cioè verso NE, come verso NE o meglio verso NNE cadde la torre dell' orologio, fracassando in parte la sottoposta loggia destinata a pescheria. Ma ivi ancora son chiarissimi i segni di un forte movimento nella direzione SE-NW. Alla locanda un muro assai lungo e forte rimase distaccato dagli altri

di circa 8 centimetri in forza di quel moto: sulla piazza, nel selciato e nel terreno sottoposto si fece uno spacco della lunghezza di più di 10 metri parallelo al canale, accennante perciò il solito moto NW-SE: all' ospedale e nel palazzo comunale son pure frequenti le crepacce e i distacchi dei muri che dimostrano lo stesso genere di moto.

A Cervia trovai comune l' opinione che la grande scossa sia avvenuta principalmente con un moto rotatorio da S per E a N: in questo verso girarono molti oggetti nelle case, ed anche la cima del campanile che ora è restaurato. Ma i segni del moto di SE (frammisto colle maggiori ondulazioni per NE-SW) vi sono evidenti in un angolo del Palazzo Lugheresi, nella Chiesa di S. Antonio, nel vôlto e nella sagrestia della Cattedrale, nella caduta di una grossa palla di marmo posta sulla Porta Ravenna e in una chiesa lontana circa 2 chilometri, detta la Madonna *del Pino*. Ripeto però che questa ondulazione di SE fu qui molto meno pronunciata.

Adunque non m' ingannava nell' argomentare che il littorale riminese ebbe a sostenere violentissimi urti nel senso di SE-NW. La mia visita fatta a quella spiaggia certifica pienamente il fatto. E da quanto si è detto concludesi ancora che questo nuovo terremoto camminò con forza decrescente da Rimini a Cervia, dopo aver cominciato più indietro, cioè verso Pesaro e Fano: e così imitò anche nelle sue fasi l' altro che l' aveva preceduto di due o tre minuti nella linea Camerino-Firenze, dappoichè quello ancora crebbe a massima energia dopo avere in apparenza percorsi più chilometri, e poi sembrò nel rimanente cammino man mano decrescere.

Dopo stabiliti i due fatti di cui qui sopra si è ragionato, cioè che sul lido Rimini-Cervia v' ebbe gran moto di sussulto e gran moto per SE-NW, il problema che abbiamo da risolvere cangia al tutto d' aspetto. Si tratterà di vedere se l' ondulazione di SE poteva comporsi in modo coi sussulti e colle onde di raggiamento provenienti da SW, da far crescere queste ultime in modo straordinario, e da confondersi essa cogli altri moti in maniera da renderli difficilmente distinguibili. Come ben si vede il problema è duplice, cioè:

I. L'oscillazione di SE poteva ella aumentare i moti di SW?

II. Per siffatta composizione dovea l'oscillazione di SE passare inavvertita?

A questo punto ognun sente che un campo tutto nuovo e quasi di pura teoria ci si apre dinanzi agli occhi: perchè si tratta di studiare gli effetti della composizione di tre sorta di movimenti, cioè del moto da SW, di quello da SE e dei sussulti. Io ho studiato un poco sull' argomento, e l' ho trovato difficilissimo, perchè non si possono porre in generale le precise condizioni di stabilità e di rigidezza degli edifizi, e la natura, la forma, la potenza dei loro legami col terreno. Pure per un buon numero di casi chiaramente vedo che il problema si risolve in modo da darci un' affermativa alle dimande sopra indicate, come brevemente verrò qui esponendo.

Una spinta comunicata ad un muro o ad una torre dal basso all' alto nella sua base, allorchè essi sian fuori di piombo, più spesso li farà deviare vieppiù e facilmente cadere. Ciò deve avvenire quando la risultante della spinta, disegnata su per entro il muro o la torre, lascia il centro di gravità dalla parte stessa dove avveniva lo strapiombo, ossia l' oscillazione. Io penso adunque che a Rimini, Cervia e Cesenatico le oscillazioni verso SW o NE siansi grandemente allargate per causa dei forti sussulti che alzarono le basi e fecero vieppiù piegare le cime già oscillanti fuori della verticale. Guai, parmi di dover dire in generale, guai se un sussulto sorprende gli edifizi nel momento che essi ondeggiano a causa di scosse orizzontali precedenti. E per questo forse si suol dire *Non vi movete,* allorchè batte il terremoto, dappoichè per mezzo delle travature il nostro movimento può produrre dei sussulti nei muri.

Ma come spiegare che l' onda SE passò inavvertita per quei luoghi? È troppo naturale il pensare che *essa dovea essere tutt' una cosa coi moti sussultorii,* ossia « le onde di SE non passarono orizzontali, ma salirono di sotterra, facendo colla verticale un angolo non troppo grande.... » Io credo che il mio lettore a questo punto mi vada innanzi col pensiero. Se ricorda la indovinata inclinazione della corrente dinamica che salì nel primo radiante, io son certo che egli dirà da sè: Un' altra corrente endogena parallela alla pri-

ma e inclinata come la prima è dunque venuta nella zona Rimini-Cervia, generando in questa zona un nuovo radiante!

Questa corrente per la sua inclinazione alla superficie si poteva infatti risolvere

in *sussulti verticali*
e in *onde orizzontali da SE*

Il sussulto verticale fu da tutti sentito, e dovette accrescere, nel modo spiegato di sopra, le già cominciate oscillazioni nel piano verticale di SW-NE. L'altra componente orizzontale dovette spingere le basi degli edifizi verso NW; quindi le cime vennero verso SE. Ma esse già erano fuori della verticale: dovettero dunque venir via dal piano in cui oscillavano e concepire un'oscillazione conica intorno alla verticale, ossia pigliare un moto giratorio o vorticoso. E questo moto si sarà prodotto da SW per S a SE, o da NE per E a SE, secondo che il nuovo urto avrà sorpreso il corpo oscillante allorchè piegava verso SW o verso NE.

Egli è chiaro che in queste facili deduzioni (le quali pur spiegano un modo di composizione dei movimenti sismici, forse non bene avvertito finora) abbiamo la completa spiegazione del problema, e insieme la scoperta di un nuovo radiante.

Ma prima di stringere le nostre conclusioni, vediamo pure se, in mezzo a una gran farragine di confusi fenomeni avvenuti per quelle parti, comparisse qualche prova diretta degli esposti concetti.

1. Il sig. Correggiari direttore dell'osservatorio di Rimini mi scriveva: « La percezione del moto ondulatorio in alcuni casi è una illusione, come credo sia stata un'illusione a Rimini in questo terremoto. Il vortice e sussulto non possono produrre altre conseguenze al loro apparire e al loro disperdersi. » Il signor Correggiari da buon osservatore si accorse dunque che non v'era da fare gran distinzione fra l'ondeggiamento e il sussulto. Secondo lui il primo era effetto del secondo, appunto come risulta dal supporre un sussulto fatto obliquamente all'orizzonte, e in momenti tali che avesse ad accrescere le stesse oscillazioni cominciate poco prima.

2. Un'altra osservazione fatta dal prof. Tito Meneghelli,

nese non debbono mancare grandi squarci e fessure a molta
ofondità, delineandosi dalle medesime (come avviene in ogni al-
parte) il contorno del continente. E poichè non vi sono sfia-
oi costantemente aperti, ivi debbono radunarsi e condensarsi
olte forze, che sospinte da straordinari impulsi, e favorite dallo
ovimento delle terre superiori, ben potranno subitamente erom-
re salendo a scuotere degli strati di minor spessore, e meglio
otendoli nell' atto che essi già vacillano e in più parti si divi-
no per un moto precedente di oscillazione, che naturalmente in
rie parti si partecipa in modo diverso. Per lo che quasi si di-
obe che mancando in quella regione subappennina le secondarie
anifestazioni che disegnano il perimetro della penisola, i terremoti
ngon le veci delle medesime.

Se interroghiamo la storia, siamo pur troppo assicurati in que-
o desolante pensiero. L' Arcip. Matteo Astolfi nella sua *Narra-*
one del terremoto di Rimini del 24 Dicembre 1786 scrive: « Per
anto si ha dalla storia, quasi in ogni secolo ha dovuto Rimini
ggiacere a qualche scossa di terremoto; nell' anno 1180, nel 1308,
l 1672, e in questo secolo varie volte, cioè nel 1711, nel 1741,
l 1781, nel 1786. » Questi, con altri di cui ebbi notizia dal-
egregio D.r Luigi Tonini (recentemente rapito alle glorie della
atria e ai dotti lavori della vera e positiva scienza dell' istoria)
rmano la seguente serie dei massimi terremoti che percossero il
minese:

302. Terremoti grandissimi nel mare Adriatico. L' arena intorno ai lidi di Rimini fu alzata per una canna a guisa delle sponde dei fiumi, com' è successo nel 1613 con perdita di molte barche e persone.

308. Gennaio 25. — Scossa gagliardissima, che rovinò mura e torri; e non vi fu casa senza danni.

613. Vedi sopra, all' anno 1302.

661. Grandi scosse. Ma il peggio toccò a Civitella, che tutta fu diroccata.

672. Aprile 14. — Terremoto rovinosissimo, che fece pure gran danni a Fano, Sinigaglia, Cervia, Ravenna. Ne fa cenno il Segneri nella sua predica XV.

IX.

Io non so se il nuovo radiante sulla spiaggia Rimini-Cervia siasi destato in forza e per l' occasione delle violente scosse lanciate in quei luoghi dal radiante primo. Certo è che basta l' aprirsi di una fessura, basta un' interna rottura o scoscendimento di parti per rendere meno resistente una zona di terreno, o per facilitare l' ascensione e lo sfogo di grandi forze che giacevano latenti. Quindi il veder sorgere un radiante in una data regione appunto nell' istante in cui essa agitavasi per altre forze venute di lontano, fa sospettare che questi primi ondeggiamenti siano stati la causa occasionale del fatto, quasi abbiano indebolita la resistenza generale dei terreni, o abbiano favorito l' aprirsi d' interne valvole, che fecero salire più alto, contro più lievi difese, l' impeto di enormi pressioni.

A meglio sentire la ragionevolezza di questo sospetto, basta ripensare le condizioni locali di quella provincia. Una gran serie di fratture vulcaniche costeggia ai due lati tutto l' Appennino: e in molte parti si rendono manifeste per varie specie di eruzioni. « Io ho potuto stabilire, scrive l' illustre Stoppani, una zona meravigliosa di manifestazioni *secondarie,* che si svolge esattamente parallela alla catena degli Appennini, ma sul lato opposto a quello a cui si allineano i vulcani. Quella zona è delineata da un numero meraviglioso di sorgenti minerali, di sorgenti petroleifere, salse, vulcani di fango, putizze, fontane ardenti. »

Lo Stoppani cita un gran numero di coteste manifestazioni secondarie, sin poco al di qua del Bolognese. Più avanti abbiamo ancora la ricca e salutare sorgente termale di Bagno. Ma da Bagno venendo ad Ancona, non so che esistano altre manifestazioni secondarie. Solo verso Iesi s' incontrano tre vulcanetti di fango (da me descritti nel mio rapporto sul terremoto 1873), e dinanzi a Civitanuova v' ha una sorgente di petrolio che si sviluppa sotto mare, e poi vengono le copiosissime manifestazioni della provincia di Teramo.

Cotesto ordine di cose dimostra veramente che anche nel ri-

minese non debbono mancare grandi squarci e fessure a molta profondità, delineandosi dalle medesime (come avviene in ogni altra parte) il contorno del continente. E poichè non vi sono sfiatatoi costantemente aperti, ivi debbono radunarsi e condensarsi molte forze, che sospinte da straordinari impulsi, e favorite dallo smovimento delle terre superiori, ben potranno subitamente erompere salendo a scuotere degli strati di minor spessore, e meglio scotendoli nell' atto che essi già vacillano e in più parti si dividono per un moto precedente di oscillazione, che naturalmente in varie parti si partecipa in modo diverso. Per lo che quasi si direbbe che mancando in quella regione subappennina le secondarie manifestazioni che disegnano il perimetro della penisola, i terremoti tengon le veci delle medesime.

Se interroghiamo la storia, siamo pur troppo assicurati in questo desolante pensiero. L' Arcip. Matteo Astolfi nella sua *Narrazione del terremoto di Rimini del 24 Dicembre 1786* scrive: « Per quanto si ha dalla storia, quasi in ogni secolo ha dovuto Rimini soggiacere a qualche scossa di terremoto; nell' anno 1180, nel 1308, nel 1672, e in questo secolo varie volte, cioè nel 1711, nel 1741, nel 1781, nel 1786. » Questi, con altri di cui ebbi notizia dall' egregio D.r Luigi Tonini (recentemente rapito alle glorie della patria e ai dotti lavori della vera e positiva scienza dell' istoria) formano la seguente serie dei massimi terremoti che percossero il riminese:

1302. Terremoti grandissimi nel mare Adriatico. L' arena intorno ai lidi di Rimini fu alzata per una canna a guisa delle sponde dei fiumi, com' è successo nel 1613 con perdita di molte barche e persone.

1308. Gennaio 25. — Scossa gagliardissima, che rovinò mura e torri; e non vi fu casa senza danni.

1613. Vedi sopra, all' anno 1302.

1661. Grandi scosse. Ma il peggio toccò a Civitella, che tutta fu diroccata.

1672. Aprile 14. — Terremoto rovinosissimo, che fece pure gran danni a Fano, Sinigaglia, Cervia, Ravenna. Ne fa cenno il Segneri nella sua predica XV.

1786. Dicembre, notte 24-25. — Scosse orribili con cadute di case e morte di persone.

A questi fatti si connettono altri due avvenimenti molto strepitosi, che io non dubito punto di collocare nella stessa categoria, riguardando uno di essi come effetto immediato di un terremoto, e l'altro come lontana conseguenza di lente modificazioni delle interne fratture. Li cito senza farvi lunghi commenti, che non credo necessari.

I. *Pesaro una volta fu subissata* (Plutarco: *Vit. Ant.* c. 10, T. VII, pag. 332). Il conte Camillo Marcolini, che mi favoriva questa notizia, mi trascrisse le due seguenti traduzioni del greco originale, in cui la notizia è data.

« Pisauro città ripopolata da Antonio, in riva al mare Adriati- » co, fu per grandi aperture della terra mosse dai tremuoti intera » inghiottita. » (*Traduz. dell'Adriani: T. V, pag. 334, Le Monnier*).

« Pisauro, città di Antonio, che messa vi aveva una colonia, e » fabbricata era vicino ad Adria, ingoiata fu dalla terra che se le » spalancò sotto. » (*Traduz. del Pompei: T. XI, pag. 371: Padova 1818*).

Plutarco usa la parola χάσμα (voragine) per indicare quell'aprirsi della terra: e sta bene che si prenda nel senso di una voragine aperta da un terremoto: perchè altri movimenti, quali per esempio di frane e di lento consolidamento di terreni, non possono produrre tal sorta di subitanei effetti.

II. *Un'altra città, denominata Conca, posta quasi in mezzo tra Pesaro e Rimini si è sprofondata.* Il conte Domenico Paoli, che più volte ne' suoi scritti fe' cenno di questo fatto, osserva che la sommersione di questa città non può al più farsi risalire che agli ultimi anni del XIV secolo, perchè di essa fa menzione il cardinale Arigone, che viveva verso la metà di quel secolo. (Muratori *Rer. Ital. Script. De Tabula chorogr.* T. X, pag. 176). Il D.r Bianchi riferisce che per molto tempo, quando il mare era tranquillo, si vedevano le cime di due torri di quella città, al disotto della superficie delle acque. (*Planci Specim. Aestus marit.* Prop. ult. Schol. 3. pag. 74).

Il Collegno (Elementi di Geologia) vorrebbe addurre per unica

causa di sì grande evento il naturale abbassamento delle terre formanti l'estrema punta del delta del Po. Ma quando si pensa che in altri punti della spiaggia, come per esempio a Rimini, l'avvallamento fu minimo come risulta da parecchi studi del suddetto Conte Paoli, facilmente si propende piuttosto a pensare che dei grandi smovimenti sotterranei, comunque lenti nel compirsi, fossero ivi causati da straordinari terremoti. Gli stessi tremuoti orribilissimi che tormentarono quella spiaggia sul principio del secolo XIV potrebbero avere lontanamente preparata la grande catastrofe. Io so per esperienza che certi spostamenti prodotti dai tremuoti mettono molti giorni a correggersi: e credo che altri spostamenti maggiori, qualunque ne sia il modo e la forma, quando abbiano sorpassato certi limiti possano facilmente progredire e crescere fino a risolversi in grandiose catastrofi.

Infine la naturale disposizione di quelle terre a risentire con gran danno gli impeti di certe correnti dinamiche, che a quando a quando si ridestano nelle nostre latitudini, si arguisce ancora dagli eguali caratteri che i più rovinosi terremoti presero più volte nel riminese. Infatti i maggiori danni che oggi lamenta la mia patria avvennero in quegli stessi edifizi che furono pure maggiormente danneggiati nel 1672 e nel 1786. Su questo proposito, cioè sul confronto degli effetti prodotti in Rimini da vari terremoti, l'egregio sig. Avv. Bonini mi ha preparato numerosi materiali storici, che un giorno farò di pubblica ragione. Se si trattasse di piccole scosse, direi che la loro eguaglianza proviene da costanti rapporti di posizione con altri radianti situati verso l' asse appenninico: ma poichè si tratta di spaventose concussioni, che sembrano rinnovarsi ad ogni secolo, son costretto a riconoscere che qui v' ha qualche lavoro immediato e diretto, come di grosso radiante che lentamente si prepara coi secoli, e per minima occasione si accende con furore tanto più grande quanto più lunga fu la sua quiete forzata.

Si noterà forse da qualche mio amico che due mesi fa io non voleva riconoscere un centro di scosse nella spiaggia riminese. Realmente alcune osservazioni che ancora non avevo potuto depurare e correggere, fra le quali v' era pure qualche disegno sismo-

grafico, mi tenevano nella idea e nella fiducia che i moti di Rimini e di Cesenatico fossero stati di semplice consenso, prodotti dal radiante primario: e la poca compattezza dei terreni moderni, che da quelle parti cominciano a coprire le grandi schiene plioceniche e mioceniche, mi pareva dar ragione delle rovine avvenute. Ma poi le osservazioni corrette mi svelarono tutt' altra cosa, e mi condussero per necessità ai ragionamenti ed ai risultati che ho dovuto esporre, i quali d' altra parte sono in perfetta razionale colleganza con tutto l' insieme dei fatti e con la storia. Ben mi dorrebbe che questa soluzione del problema per rispetto al nostro littorale avesse a dispiacere alla gente timida e paurosa, la quale non riflette che si tratta di pericoli secolari e semplicemente probabili. Invece devesi unicamente pensare a premunirsi da quei pericoli: e i risultati della presente analisi insegnano che nel riminese la maggior sicurezza dei muri e delle volte avrà luogo quando i piani di quelli e gli assi di queste si trovino nella precisa direzione di levante a ponente o di tramontana a mezzogiorno.

Le nuove proposizioni stabilite sono:

s) *Il radiante riminese fu destato dalle oscillazioni inviate alla spiaggia dal primo radiante appenninico.*

t) *Quella spiaggia ebbe anche in antico rovinose catastrofi. Forse per le istesse cause una volta Pesaro fu ingoiata dalla terra, e la città di Conca rimase sepolta sotto il mare.*

u) *L' ordine delle fratture vulcaniche che in più punti si manifestano con eruzioni varie, lungo il piede orientale dell' Appennino, fuorchè per lungo tratto nel littorale riminese, spiega il secolare periodo di grandi concussioni sismiche in quei luoghi.*

X.

Infine resta a studiare il modo dei raggiamente sismici verso le alte e basse latitudini, e nelle terre occidentali.

Cominciando dagli ultimi, ecco le poche osservazioni che si presentano, omettendo quelle già prima poste in calcolo:

STAZIONI	ORA	DIREZIONE	FORZA
—	—	—	—
Velletri	. . . .	SSE	2
Frascati	. . . .	SSW	2
Roma	$1^h. 9^m$	SSW	1
Aquila	. . . .	W	2
Spoleto	12.54 circa	WSW	3?
Perugia	12.55.53	SW, SSE	5
Sinalunga	12.52	W	5
Nizza	1.45,6?	SE	2-3?

Si vede a colpo d' occhio che nei luoghi che hanno l' ora conciliabile con quelle del radiante domina abbastanza la direzione aspettata, propria del raggiamento laterale: e l' ora così bassa di Sinalunga risponde bene alla sua posizione molto prossima al primo asse di radiazione. I dati sono scarsi, ma confermano la teoria. È però da notarsi che anche nel marzo 1873 la discesa dei moti geosismici verso il Mediterraneo si fece con grande stento e in modo non generale: sì che anche questo fatto, che or si ripete in modo quasi identico, sembra volersi elevare al valore di legge costante. È poi naturalissimo che cotesta diffusione occidentale dovesse questa volta dimostrarsi meno potente, perchè più debole fu il radiante, e più lontano dal Mediterraneo.

La scossa di Roma a 1^h 9^m, ottimamente accertata dal Respighi, che sorprese il pendolo nel suo primo tremore, è al tutto locale, perchè la distanza di Roma dai centri di scotimento non supera i 230 chilometri, e perciò non poteva dare un ritardo maggiore di 4 o 5 minuti; mentre a confronto con la Romagna lo dà di circa 14.

Della scossa di Nizza nulla può dirsi, perchè, non ostante le molte premure che mi son date, non riuscii ad accertarne l' ora.

Le due stazioni di Perugia e Velletri manifestano un altro fatto che pure incontrammo nel 1873, voglio dire il fatto *dell' onda di reazione* o (come l' illustre tenente L. Gatta la chiama) *onda di piegamento indietro*. Si vede infatti che Perugia e Velletri si scuotono nella linea SE-NW, parallela all' asse del radiante. E facil-

mente s' intende come questi moti si possono generare: perchè nell' oscillazione per SE-NW, dopo il colpo verso NW segue necessariamente un colpo verso SE. E ancora può darsi (come lungamente spiegai nell' altra Memoria) che le montagne internantisi con alte fondamenta nella scorza terrestre vibrino nelle profonde radici e nelle somme cime con moti pendolari opposti. Alla medesima classe di onde appartengono evidentemente, come l' ora approssimata lo dimostra, le scosse di

Ascoli	55^m t. ?	Direz.	SE
Amandola	57,5 ?	»	S
Iesi	56	»	SE

Del radiante littorale non troviamo a ponente e da lontano distinte radiazioni. Forse appartengono ad esso molte di quelle che sembrarono uscire dal primo verso NE: e certamente sulle colline riminesi se ne troverebbero di chiarissime, se andassimo a raccogliere tutte le narrazioni dei fatti avvenuti. Ma per ora le osservazioni mancano; e perciò, senza nulla definire, io resterò pago nell' osservare che forse la natura moderna e poco compatta dei terreni di quella spiaggia dovea necessariamente spegnere la massima parte delle forze.

Nelle linee di NE, ossia in tutte le alte latitudini, troviamo eguali difficoltà a riconoscere l' ordine e la dipendenza dei raggiamenti, perchè le scosse al di là di Bologna furono debolissime, e le osservazioni troppo sparse e in numero troppo piccolo. Dopo Forlì, che dette così belle e pronunciate le linee di SE, non troviamo sulle linee dei nostri radianti se non Camaiore e Pontetetto presso Lucca, e, a distanza tanto più grande, Milano, che ebbero (per quanto pare) raggiamenti diretti, perchè le deboli scosse ivi notate avvennero per SSE e ESE. Tutti gli altri paesi all' intorno accennano invece delle radiazioni laterali fatte normalmente ai prolungamentl delle linee radianti. Ecco questo quadro completo:

STAZIONI	ORA	DIREZIONE
Mantova	$58^m,5$	W
Chioggia	....	W?
Padova	56,5	SW o W
Venezia	55,5	WSW e SW
Vicenza	53	....
»	55,5	WSW
Belluno	64,5?	....

Se dai monti che stanno sopra Firenze dalla parte di Porretta immaginiamo avvenuta una diffusione normale all' asse maggiore del primo radiante, la quale sarà prossimamente corsa per SW-NE verso Bologna e Ferrara e poi più avanti verso il gruppo Vicenza-Padova-Venezia, ben sembra di poter spiegare le indicazioni che il quadro presenta per queste ultime città col concetto semplice di raggiamenti laterali ordinari. Infatti abbiamo:

STAZIONI	ORA	DIREZIONE
Firenze	$53^m,0$	....
Bologna	53,2	SSW
Ferrara	55,0	?
Venezia Padova e Vicenza (esclusi i 53^m)	55,8	WSW o SW
Treviso	58,0	SE o SW

Le ore si mostrano crescenti in sufficiente rapporto colle distanze, e le direzioni sono assai concordi appunto nel verso dei raggiamenti sospettati. Questa palese corrispondenza del fatto colla teoria ci dispensa dal considerare se le linee dinamiche stabilitesi su Zara, Fiume, Treviso e Udine potevano esse pure mandare di fianco qualche corrente: alla quale ipotesi si sarebbero anche opposti i dati delle ore. Adunque risulta:

v) *Dalla zona dei primi raggiamenti uscì qualche debole onda diretta a ponente: qualche altra corse a NW verso Lucca e Milano. Più d' una, per moto di reazione, piegò indietro verso SE.*

z) *Nel Veneto giunsero evidenti raggiamenti laterali dal limite Fiorentino del primo radiante.*

XI.

Ora ognun vede che tutti i principali elementi che dovevamo calcolare per risolvere il grande problema sono stati realmente messi in conto, e ognuno ha il suo luogo determinato, e nessuna delle primarie condizioni imposte è stata trascurata. Pochi dati di minore importanza, ma sempre concordi cogli altri, non credetti necessario di sottoporli a speciali considerazioni.

Riassumendo in poche parole tutto il lavoro, si potrebbe dire che era un grande problema a due incognite. La x è il radiante Camerino-Firenze, la y il radiante Rimini-Cervia, collegati fra loro per un curioso e inaspettato legame, di cui i presenti fenomeni offrono forse il primo esempio. Tutti gli altri dati cadono sotto le leggi generali dell' ordinaria efficienza dei radianti.

Chiudo adunque il presente studio colla buona fiducia di essere giunto a *determinare* il grande terremoto del 18 marzo 1875, che per tanti lati si mostra vero fratello dell' altro del 12 marzo 1873. E mi conforta il pensiero che lo studio fatto sui due fenomeni tanto somiglianti sembra avere disvelato parecchie leggi assai generali.

Di molte altre cose e molto importanti resta a dire; come per esempio di vari piccoli terremoti, che qua e là avvennero in quella notte per l' Italia avanti e dopo l' ora del massimo; degli effetti meccanici prodotti dalle scosse negli edifici, del maremoto che fu ben distinto nella marina riminese; dei fenomeni fisiologici, dei quali mi furono favorite copiose notizie. Queste cose spero di esporre nei Supplementi avvenire, insieme colle notizie originali, dalle quali ho ricavato il Quadro fondamentale degli elementi del fenomeno.

Finisco col rendere sincere grazie agli egregi ed illustri Perrey, De Rossi, Cantoni, Favaro, Bertelli, Marcolini e Gatta che gentilmente mi animarono in questo studio, e a tutti gli altri che ho nominato nella Tav. I, i quali mi prestarono validissimo aiuto

nella ricerca dei primari elementi del fenomeno. Ad essi principalmente si deve ogni felice deduzione che fosse per avventura ben chiarita e fondata per la presente Memoria. Imperocchè negli studi di questo genere, di carattere positivo e sperimentale, i buoni e non fallaci risultamenti dipendono dalla coscienza e premura con cui si fissano e si appurano i dati di fatto.

Urbino, 8 Settembre 1885.

DOCUMENTI, NUOVE NOTE E RIFLESSIONI

SUL TERREMOTO

DELLA NOTTE 17-18 MARZO 1875.

Nel registrare i documenti sui quali fondai nella mia prima Memoria il quadro contenente tutti i dati di osservazione, credo di potermi dispensare dal ripetere le indicazioni ed i numeri che già fanno parte del quadro suddetto, e che ora sarebbero espressi colla stessa semplicità che hanno nel medesimo. Così la presente pubblicazione non riesce troppo estesa, e non ha parti meno importanti o al tutto inutili. Quando adunque si cercasse nei presenti documenti la ragione o il grado di certezza di qualche dato che comparisce nel mio quadro generale, e non se ne trovasse alcun cenno, deve intendersi che quel dato mi venne fornito nettamente e semplicemente senza spiegazioni nè dubbi.

Ora ben si vedrà che molte notizie qui date possono offrire materia per nuovi studi, che spero io stesso di poter fare in altro tempo. Ma sarei ben lieto che altri ancora si applicasse a investigare la ragione scentifica e le leggi dei fatti che verrò riportando. Questo sistema di studiare 100 terremoti come un terremoto solo, ci presenta un tal complesso e inesauribile tesoro di relazioni e di fatti, che la investigazione dei medesimi non può mai dirsi finita. Così mi accadrà facilmente di aggiungere qua e là *nuove note e riflessioni* in mezzo all' ingenua esposizione dei seguenti documenti.

Debbo solo avvertire che segnerò fra doppie virgole le parole originali scrittemi dai vari osservatori.

Acqualagna (C. Amadio).

Ora data: 12.47 t. vero.

« In quanto all' ora debbo dirle che l' orologio pubblico non

va mai bene. Io però ho un discreto cilindro, che vado rimettendo con una meridiana. Appena terminata la scossa accesi il lume e vidi l' ora suddetta. Così ho tolto 1^m per il ritardo naturale dell' osservazione.

« La direzione della prima ondulazione mi riesce incerta: non così la direzione della seconda, che sono certo fu per SE-NW.

» Io mi trovava tra la veglia e il sonno. Avvertii facilmente e subito una scossa ondulatoria. Quindi notai una pausa: poi seguì un' altra scossa ondulatoria. »

Alfonsine (*Segretario comunale*).

Assegnai 5 alla forza, perchè mi fu detto che la scossa fu ben sensibile, benchè non cagionasse disastri.

Alvernia (P. CRISTOFORO).

Ora data: 12.48 t. m. Firenze.
La forza fu debole.

Amandola (CURZIO RICCI *ed altri*).

Ora data: 12.50 } t. v.
12.50
12.60

Ho preso la media.

Il signor Ricci ed altri danno la direzione N-S. Il signor Pascucci accenna una piccola deviazione dal meridiano.

Il moto fu prima ondulatorio: ma in appresso parve ad alcuno anche sussultorio.

Presso Monte Fortino (al Colle) il terremoto *fece un gran rumore.*

Terremoti vicini. Alcuni in Amandola vorrebbero dare l' ora 2.50^m. Ciò fa sospettare che forse un' altra scossa avvenisse in quell' ora.

Ancona (F. DE BOSIS e G. ORSI).

Il professore De Bosis comunicava al De Rossi che il sismografo dell' Osservatorio dette le due direzioni

E. 10° NE—W. 10° SW massima
N. 15° NE—S. 15° SW.

e che un pendolo, il cui piano di oscillazione è diretto da NE a SW fu trovato in movimento, mentre il giorno innanzi era fermo; e un altro pendolo oscillante da N a S si fermò.

Una guardia doganale, che passeggiava sulla spiaggia, notò che il mare, calmissimo, gettò d'un tratto onde prolungate sulla spiaggia. (*Corr. delle Marche:* 18 marzo.)

La forza in principio andò via via crescendo: e poi diminuì per gradi. Cadde una muraglia vecchia al piano di San Lazzaro. Molti in Ancona uscirono di casa per lo spavento: ma (come scrive il De Bosis) la scossa non fu tanto gagliarda come quella dell' 8 febbraio 1870 e del 12 marzo 1873. Questi aggiunge ancora: « I cani di guardia nelle case coloniche incominciarono a latrare qualche minuto prima, e così nei pollai si fece fracasso. Altri animali, come gatti ed uccelletti, durante lo scotimento dettero segni di spavento. »

Aquila (F. Stella).

Ora data: 1ʰ circa: t. v.?

La debolezza della scossa mi consigliò a non cercare le correzioni necessarie per l'ora. La scossa fu avvertita da pochissimi.

Arezzo (*Corrispondenza del* P. Bertelli).

Terremoti prossimi. Il giorno 17 vi furono due scosse a 9 ore pomeridiane.

Ascoli Piceno (C. Saladini e G. Tranquilli).

« Mi fu riferito, scrive il signor Tranquilli, che forse questa scossa fu più prolungata di quella terribile del 12 marzo 1873.

» Seppi da un signore di Rimini che lo scotimento parve là venisse dal mare: il che mi fece sorgere l'idea di un ravvicinamento con l'eguale disastro che distrusse quel porto due secoli fa. »

Bagnacavallo (*Giornali*).

Per la forza pongo il grado 7, come per Castel Bolognese e

Ravenna, in mezzo ai quali si trova Bagnacavallo. La popolazione rimase tranquilla e non vi furono disastri.

Bagno (Romagna) (P. Fanti).

Ora data: 12.45 t. v.

« Batteva la mezzanotte e tre quarti al nostro orologio comunale, quando cominciò a sentirsi il terremoto, e durò fino a tanto che l'orologio stesso non ebbe finito di sonare i sei colpi della mezzanotte e i tre quarti, anzi qualche poco di più Ho quindi calcolato per via di esperimento che questo tempo corrisponde a 20^s o 22^s. Niuno aveva mai sentito un terremoto così lungo.

» La forza non fu molta. Nessun danno.

» Nel paese vicino San Pier in Bagno si fece sentire più forte, come accade quasi sempre. A Santa Sofia e Galeata fu presso a poco come a Bagno. »

« Sulle cime dei nostri monti e specialmente sul nostro Appennino, fu di breve durata e lievemente sentito da pochi. »

Sorgenti sulfuree di Bagno. Sono a Bagno le famose acque termali, che escono da un piccolo cratere, intorno al quale è stato fabbricato un edifizio per bagni.

« Nessun cambiamento, scrive il Fanti, o fenomeno apprezzabile fu notato nel nostro cratere. »

Belluno (A. Fulcis).

Ora data: 12.55 o 56 t. v.

« Si ritiene che la scossa sia stata unica e ondulatoria. Così la direzione parve unica, ma non potei determinarla. Taluno dice che la scossa è stata lunga. »

Aggiungo che a Sarmede, in provincia di Treviso, non molto distante da Ceneda (Vittorio) l'oscillazione fu più lunga di quella del 1873, ma leggiera.

« Belluno, scrive il Fulcis, è a mia cognizione il luogo più settentrionale dove questo terremoto sia stato sentito. La scossa fu leggiera, io non l'ho sentita. »

Terremoti prossimi. « Io ho sentito invece, scrive il Fulcis, il terremoto del giorno innanzi, cioè del 17, che fu a 8^h ant. t. v. »

Bibbiena (*Corrispondenza del* P. Bertelli).

Notizie semplici, come al quadro generale, avute dal P. Bertelli.

Bologna (A. Malvasia).

Le seguenti notizie mi furono favorite dal Conte A. Malvasia che, come si sa, è grandemente benemerito della scienza per avere fondato in Bologna un completo gabinetto per l' osservazione dei moti geosismici, e per la costante premura con cui si dedica a cotal genere di osservazioni. Le pubblicazioni da lui fatte nei giornali sul presente argomento, e le lettere che gentilmente mi scrisse per soddisfare alle mie domande, sono i documenti dai quali ho desunto i seguenti dati.

Per l' ora vedi il quadro generale.

Direzione. Lo spostamento degli aghi dell' isosismometro mi venne dato come appresso:

N	3,^{mm} 0	S	3,^{mm} 8	Somma	6,^{mm} 8
NE	2, 8	SW	3, 3	»	6, 1
E	1, 6	W	1, 8	»	3, 4
SE	1, 2	NW	1, 5	»	2, 7

Il massimo spostamento è avvenuto nella linea S-N. Ma vedendo che anche nella direzione SW-NE ebbe luogo uno spostamento sensibilmente uguale, è da credere che l' ondulazione avesse una direzione intermedia, cioè SSW-NNE. Perciò nel quadro ho messo « tra S e SW. » Il Malvasia mi scrive che l' ingegnere Bartoletti, che era desto all' arrivo del terremoto, l' osservò assai bene: e non facendo cenno di variazione di direzione, ho ragione di credere che i due massimi vicini dell' isosismometro rispondessero, come ho detto, a una sola direzione intermedia. In ogni modo, sapendosi bene che per minime cause una direzione può modificarsi, la intermedia che pongo nel quadro vale tanto per quella di S quanto per quella di SW, date ambedue direttamente dal sismografo.

Genere del moto: ondulatorio e sussultorio. L' ortosismometro del Malvasia ha indicato un abbassamento del suolo di millimetri 0,7.

Forza: mediocre-forte (grado 5-6). I quadri appesi ai muri oscillarono da N a S. I campanelli hanno leggermente sonato: i vetri delle finestre si sono agitati. Moltissime persone immerse nel sonno non sentirono la scossa.

Rombo. « Vi fu chi udì come un colpo di vento e rombo poco prima della scossa. »

Terremoti prossimi:

(*a*) L' ultimo terremoto precedente fu l' 11 febbraio a ore 4.19.5 pom., leggerissimo, sussultorio, con prevalenza della direzione Nord.

(*b*) « Questa mattina, (18 marzo) dice il Malvasia, alle ore 9 continuava l' agitazione nel pendolo dell' isosismometro, essendo l' ampiezza in valore angolare 36,6. A mezzodì ogni agitazione era cessata. »

(*c*) « In tutto il mese corrente non vi sono state burrasche sismiche: solamente il 14 e il 15 il suolo è stato alquanto agitato. »

(*d*) (Da lettera del 3 aprile). « Il mio sismoscopio ieri, e non gli altri strumenti, segnò alle 4.55.32 ant. t. m. Roma una leggiera scossa, prevalendo la direzione N. »

(*e*) « Nella sera precedente (1 aprile) scorgevasi nell' ortosismometro un leggerissimo movimento sussultorio. »

Bologna (A. Palagi).

Dice che la scossa fu fortissima e fu proceduta da forte rombo.

Brisighella (*Giornali*).

« Forte scossa prolungata. Nessun disastro nel Comune. » Da queste parole ho dedotto il grado di forza 6.

Cagli (G. Mei).

Ora data: 12.49 t. v.

Gli orologi privati dettero 12.48 ovvero 12.50. Ho preso la media: ma non ho potuto sapere quanto fosse l' accordo di quegli orologi con la meridiana, e quanto la meridiana sia esatta.

Il signor Mei, che è attento e buon osservatore, ha voluto stabilire la direzione delle scosse fondandosi sul movimento cagionato in alcuni oggetti. Ecco le sue note: « Fui sulla torre dell' orologio del municipio e verificai che il movimento della campana col mar-

tello fu nella direzione NE-SW precisa. Le vibrazioni accaddero nel primo periodo dei moti e cessarono a metà della scossa. Tornai a vedere un campanello che mi accertano aver sonato anch' esso a rintocchi, e verificai che dovette molleggiare nel senso E 10° ESE — W 10° WNW. E questo campanello cominciò a sonare nel mezzo della scossa ondulatoria, e sonò sino alla fine del terremoto. Da tutto questo risultano chiare le due direzioni che accaddero successivamente senza alcuna interruzione, niuno avendo avvertito alcuna tregua nel movimento ondulatorio. »

Risultano dunque per il quadro: prima scossa SW; seconda scossa tra E ed ESE.

I più in Cagli, giudicando della direzione dall' ondeggiare dei letti, assegnarono la direzione E-W, che combina abbastanza colla seconda. La prima direzione SW non fu generalmente avvertita: anzi quelli che non ammettono la direzione E-W attestano invece N-S. Per tali ragioni, e per quanto verrà detto nelle note seguenti del sig. Mariotti, ho dovuto mettere un *interrogativo* a cotesta prima direzione SW.

Alla distanza di sette a otto chilometri da Cagli una casa in campagna ebbe una grave fenditura in un muro. Il sig. Mei andò ad esaminarla, e trovò la casa di figura rettangolare, e il muro esterno, che ha sofferto, esposto a SSW. Questo fatto conferma che vi fu una gagliarda scossa per ESE-WNW. La fenditura suddetta è verticale: le corrisponde nella parete opposta interna un' altra fenditura obliqua.

Moto. Cominciò con un urto sussultorio: seguì il moto ondulatorio, crescente in veemenza. Poi diminuì: si restò di un breve respiro, e finì con altro piccolo moto. Sonarono parecchi campanelli e la campana dell' orologio pubblico.

Fenomeni atmosferici. « Ho saputo che il giorno dopo il terremoto, verso ore 7 3/4, fu veduto un parelio, il che accadde pure dopo l' altro terremoto del 12 marzo 1873. »

Fenomeni fisiologici. « Una persona a me nota, istruita e sincera, mi racconta che innanzi alla scossa si trovò d' un tratto passata dal profondo sonno alla più perfetta veglia; e che ciò gli è acca-

duto altre tre o quattro volte, sì che il terremoto non sorprese lui, come gli altri, nel sonno. »

Altri terremoti. « Lunedì 19 aprile fu avvertita una scossa sussultoria-ondulatoria nella direzione NE-SW per 4 o 5ª circa, verso le ore 8.27 circa. Poche persone se ne accorsero. »

Cagli (Secchiano presso) (M. Mariotti).

Ora data: 12.45 t. v.

« Appena cessata la scossa, mi feci animo e accesi il lume, e vidi che il mio orologio segnava tre quarti dopo mezzanotte. In ciò convengono Cagli e il Piobbico. » In appresso il sig. D. Mariotti mi disse che avrà forse tardato più d' un minuto prima di guardar l' orologio; che l' aveva rimesso alla meridiana due giorni prima, e che d' ordinario in 2 o 3 giorni non suol far variazione. Pure aggiungendo egli che il difetto ordinario è di tardare un poco, ha creduto di non fare la correzione che sarebbe dovuta al ritardo dell' osservazione.

Direzione. « Il mio letto è diretto per la sua lunghezza da SW a NE. Io stava colla testa verso SW e la faccia volta a SE. Mi sembrava di sentire una forte spinta nella spalla sinistra che mi mandava verso SE. » Si vede nella mia Memoria il gran valore di questa osservazione, e come in Urbino io stesso provai eguale impressione. L' osservazione del Mariotti, così immediata e fondata sopra diretto esperimento, ha certamente più valore che le altre fatte in Cagli per deduzioni sopra esperimenti non immediati.

Moto. « Io mi era destato per dolore di denti. Poco dopo sentii una oscillazione. Mi posi in attenzione e fui certo che era il terremoto. Sul principio il movimento fu mite; ma subito appresso, senza interruzione, crebbe così violento, che il mio letto pareva andasse in dondola. La scossa è stata ondulatoria. » Da queste frasi chiaro apparisce che l' osservazione diretta non fece distinguere alcuna variazione di direzione. Così resta anche più giustificato l' interrogativo che ho messo alla prima direzione SW data dagli osservatori Cagliesi.

Romba. « La sentii bene nel furore del movimento. »

Forza. « Al luogo vicino detto *La Smirra* la scossa fu più gagliarda. Una persona mi raccontò che i travi scricchiolavano e cadevano calcinacci, e credette vedere della luce. Osservai in una stanza dalla parte da cui è venuta l'oscillazione, che i travii sono smossi, essendo tra il muro e i travi delle fessure che prima non apparivano. » [1].

Camaiore (V. Pistelli).

« A un bel circa la direzione doveva essere da mare a monte, cioè da S a N, o forse NW-SE, o in ogni caso in quel mezzo. »

« La scossa non fu qui sentita da molti, perciò non dev' essere stata forte. Fu ondulatoria ad ogni modo; sussultoria no, o almeno non mi parve. »

Camerino (G. Berti).

« L' orologio del sismometro scattò, e paragonato con altro a t. m. locale, verificato con un regolatore, indicò che nel momento del terremoto erano le ore 12.55 t. m. locale. E poichè la longitudine dell' Osservatorio è di gradi 0°. 35' E dal meridiano di Roma, sarebbe dunque stato ore 12.52.32 t. m. di Roma. »

Direzione. « La direzione fu da SSE a NNW. »

« La viera del pendolo lungo nel sismometro del Cavalleri, la quale, come si sa, resta sepolta nella polvere, mostrò che la derivazione fu dal primo punto SSE. » (Preziosa indicazione che viene confermata da altri osservatori e dall' insieme delle osservazioni).

« Io stesso poi che mi trovava in letto, senza avere ancora preso sonno, avvertii benissimo la detta direzione e derivazione da SSE. »

[1] Questo mio bravo amico D. Mariano Mariotti, parroco di Secchiano presso Cagli, fu rapito da morte immatura nel febbraio 1876. Cultore delle scienze geologiche, visitò e studiò con immensa premura il nostro Appennino (M. Nerone, Petrano, Catria, Furlo ecc.), e adunò una bella collezione di fossili determinati dagli illustri Meneghini e Zittel. Ebbe la fortuna di trovare nel Lias medio una nuova Rinconella che oggi porta il nome: *Rhynconella Mariotti.* Io gli consacro questo ricordo di affetto e di stima, e faccio voti che i suoi concittadini custodiscano gelosamente il ricco tesoro scentifico ch' ei lasciava nella sua povera casa.

« Dei nove pendolini a lunghezze decrescenti nello stesso sismometro, i 7 più lunghi tracciarono, alcuni curve ellittiche, quali più, quali meno grandi e con l' asse maggiore volto a diverse direzioni; altri tracciarono figure in forma di volute. I due più brevi descrissero anch' essi piccole ellissi assai allungate, e coll' asse maggiore sulla direzione SSE-NNW. »

« Ecco le impressioni che qui abbiamo provate. La scossa fu tutt' una: cominciò con rapido tremolio che faceva crepitare gli armadi in legno nelle camere e le carte delle pareti in maniera non mai da me sentita. Indi, senza interruzione, successe la scossa forte ad oscilllazione ampie e regolarissime.... Sì i movimenti in principio che quelli successivi, parve a tutti che li sentirono per intero, che avessero la stesta direzione. »

Moto. « La spirale pei moti sussultorii si spostò di un mezzo grado. Ma poichè nè io nè altri, che avvertimmo tutto lo scotimento, ci accorgemmo di alcun' onda in senso sussultorio, suppongo che quel leggiero spostamento della spira fosse dovuto al movimento ondulatorio. »

Forza. « Il terremoto fu sentito quasi da tutti, benchè incogliesse al primo sonno, e se n' ebbe spavento non tanto per la sua forza, quanto per le memorie passate. Al momento delle ampie oscillazioni in poche case cadde qualche calcinaccio, e sonarono i campanelli nei quartieri elevati. Gli orologi non si fermarono. »

« Da quanto ho raccolto dai paesi vicini o lontani, collocati dentro questo bacino dov' è Camerino, mi risulta che da per tutto l' intensità è stata la medesima, e che la direzione, la durata e il genere di moto sono stati giudicati ovunque nella stessa maniera, e che una sola è stata la scossa. » (Pongo il grado 5-6, perchè tutt' insieme apparisce che la scossa fu di forza un poco più che mediocre).

Cartoceto (C. MARCOLINI).

Ora data: fra 12.50 e 12.52 t. m. Roma.

Tengo la media 12.51.

Moltiplicate ricerche e parecchi studi fatti insieme col Conte Marcolini per bene determinare l' ora precisa rendono sicuro quest' elemento per la stazione di Cartoceto.

« La direzione NW-SE è tanto certa, che nella stessa notte io dissi a chi mi stava attorno, che temeva assai che il terremoto non avesse fatti grandi guasti (come pur troppo si è avverato) in Rimini. Ciò dissi appunto pensando alla direzione delle scosse, e quindi alla provenienza che potevano avere.

» Il moto fu ondulatorio, e quando questo sulla fine era già sensibilmente diminuito, vi fu una scossa sussultoria. Nessuna tregua. »

Forza. Il primo annuncio che il Marcolini mi dava il 18 era nei seguenti termini: « Le scrivo sotto l'impressione tuttora di un vero terrore. Il terremoto è stato veementissimo. Ho in casa tutte le soffitte screpolate, molti muri interni offesi. » In un' altra lettera mi scriveva: « È il maggiore terremoto che io abbia sentito in vita mia, e di gran lunga superiore in violenza (non in durata) a quelli del 1838 e del 1873, che furono senza dubbio i più forti che scossero questi luoghi negli ultimi 50 anni. E che sia realmente così non è da dubitare; perchè gli effetti lo dimostrano. Qui in Cartoceto e così nei vicini luoghi (Saltara, Serrungherina, Mombaroccio) non havvi casa ove non si veggano crepacci nei muri e nelle soffitte. Maggiori guasti sono avvenuti a Monte Santa Maria, parrocchia che sta a NW di Cartoceto. Ma non potei averne notizie precise. Quel parroco mi scrisse che ebbe danni alla chiesa, al campanile, alla casa. Godo che il mio Gastone non abbia avuto paura. Quanto a paura, io (bisogna pur che lo dica) sono stato questa volta peggio di lui. Ringrazio Dio che ancora questa volta posso scrivere del terremoto come di cosa solamente paurosa. Se qui si fosse prolungato, ho per certo che sarebbero cadute a terra tutte le case del paese, perchè le scosse erano violentissime. »

Effetti fisiologici. « Oltre quello che è avvenuto alle galline in tutti i pollai del paese e della campagna, che prima della scossa fuggirono spaventate, si notò anche prima del terremoto una certa agitazione nei buoi, la quale giunse al colmo in alcune stalle al punto in cui la terra si scosse. Una vitella di pochi mesi cacciò la testa entro un canestro: la mattina fu trovata col canestro sulle corna. Mi raccontano che la sera una gallina in casa Fazi fece

uno straordinario schiamazzo. Accorse la padrona, e non iscorgendo la cagione del tanto agitarsi di quella bestiuola, predisse la vecchia donna che in quella notte si sentirebbe il terremoto: del che tutti si fecero beffe. Quantunque la predizione si sia avverata, io però stento a credere che la gallina si potesse agitare pel terremoto due ore prima che questo si sentisse. Egli è vero per altro che due donne asseriscono di avere sentito una piccola scossa la notte del 18 prima della mezzanotte. Parrebbe dunque che la grande scossa delle ore 12.52 fosse stata preceduta da qualche scossa assai più leggiera e non avvertita che da pochi.

« Ho parlato con più di dieci persone, le quali mi hanno affermato che quando ebbe principio lo scotimento tutte eransi digià *naturalmente svegliate da due o tre minuti.* Io stesso non potrei assicurare d'essermi destato pel rumore del terremoto. Infatti questo, quando io l'avvertii, era leggerissimo, nè tale da svegliarmi. »

Castel Bolognese (*Segretario comunale*).

L'intensità della scossa mi fu indicata come mediocre-forte, senza alcun disastro. Nel giornale *Il Ravennate* del 18 marzo è scritto: « Fu un brutto quarto d'ora che si passò verso le 12 3/4. Il terremoto ci mise tutti in una forte apprensione. Fortunatamente non abbiamo a registrare disgrazie, meno la rovina di alcuni fumaioli. » Perciò pongo il grado 7. Questo grado 7, che fa sonare campane da torre, può far cadere anche qualche fumaiolo.

Castelplanio (*Stazione della Ferrovia*).

Debbo l'ora di questa stazione alla gentilezza del signor Giacomo Angeli da Jesi. Ma la notizia non è forse abbastanza sicura, perchè fu raccolta alla stazione molti giorni dopo il terremoto.

Castiglione (*Giornali*).

Nel giornale *Il Ravennate* del 19 marzo si ha: « Tutti d'improvviso svegliati da un orribile e tetro rumore di scrosciar di muri e traballar di suolo. Pareva giunto il finimondo. Questi borghigiani non ricordano una scossa eguale: tutti uscirono all'aperto. Quasi tutti i camini caddero; e non vi ha muri senza screpolature. » Pongo d'accordo col De Rossi il grado 8 di forza.

Cervia (L. Zabardi).

Il signor Zabardi mi scrisse nei seguenti termini: « L'orribile scotimento, preceduto da cupo rombo, fu in prima per 2^s sussultorio. Io stava in letto in una camera a pian terreno e ancora ero desto. Appena avvertito il forte mugghio sotterraneo, sentii il letto balzare con violenza dal basso all' alto, poi a vortice da nord ad ovest, infine scuotersi tutta la casa, cominciando dal tetto, con sì orribile fracasso, che io temetti di rimanere sepolto sotto la rovina della casa. I candelieri della cappella dell' episcopio, e in altra casa due statuette, furono trovati in piedi quasi al posto loro, ma rivoltati dal N all' W.

» Fu tanta la violenza, che in un attimo atterrò più di 150 fumaiuoli, sconvolse i tetti, spaccò dal soffitto al primo piano muri grossissimi, travolse le gronde, spostò cupole di campanili, nè lasciò intatto alcun edifizio. Però nessuna disgrazia di persona, tranne la paura e la convulsione che ancor dura in molti (28 marzo). Alcuni muri interni, della spessezza di centimetri 50, fessi dall' alto al basso a zig-zag mostrano ai bordi una tinta nericcia come di fumo, e gli abitanti assicurano di avere veduta la stanza illuminata come da un lampo. » (Seppi poi che in quel momento terribile una donna vide tanta luce nella stanza, che gridò: Oh Dio, s' incendia la stanza!)

» Un cacciatore Cervese, che ritornava a casa poco prima del disastro, da me interrogato mi disse: Camminavo contro mezzodì sulla riva del canale. Splendeva la luna: calma perfettissima: ma l' aria era sì calda, che mi faceva sudare: un uccello aquatico, da noi chiamato *Crocale,* faceva spessi lamenti e in modo strano: alcune fosche nubi si vedevano verso Garbino: si alzò una nebbia fitta di color cenerognolo: ed ecco agitarsi da una ripa all' altra le acque del canale, e tremare la terra, e traballare le rive, sicchè dovetti come stupido lasciarmi cadere. »

Nel giornale *Il Ravennate* trovo le seguenti note:

« Disgrazie gravi non succedettero certo a Cervia per il terremoto dei giorni passati, ma i danni che hanno subito le case sono considerevoli. Alcuni fabbricati si sono dovuti appuntellare; e, se-

condo le ultime perizie, il Governo dovrà spendere più di 10 000 lire a riattare le case dei salinari ed altri stabili di sua proprietà.

» Nella parrocchiale, un muro interno dello spessore di quaranta centimetri, con una altezza di metri dieci circa, si è spaccato da cima a fondo, e lungo la fessura vi è rimasta una tinta nericcia come di fumo. Chi dormiva in quella stanza, al momento della scossa, si è visto circondato da una luce abbagliantissima, la quale però non ha avuto che la durata d' un baleno.

» Lungo la strada che da Cervia conduce a Cesenatico, per un tratto di circa un chilometro, si osserva tuttora una fessura, in certi punti larga fino a 15 centimetri.

» La popolazione è stata costretta a passare alcune notti all' aria aperta. »

Per il grado di forza pongo il num. 9 che fu pure assegnato dal De Rossi.

Terremoti prossimi. « Il tremendo flagello va replicando, or di notte, or di giorno, benchè a piccole scosse. Io temeva quasi di un vulcano che un dì o l' altro si aprisse in questi luoghi circostanti. »

Nel giornale *Il Ravennate* una lettera da Cervia del 23 marzo diceva: « Lo spavento nella massa del popolo dura tuttora intenso come nella prima notte.... perchè non passa giorno che non si senta una qualche leggiera scossa. »

Mia visita in Cervia.

Per le ragioni che si trovano esposte nei documenti relativi a Rimini, dovetti recarmi in Cervia e Cesenatico a vedere da me stesso le direzioni che ebbe il terremoto in quei luoghi, e verificare se i sospetti che mi venivano suggeriti dallo studio di altri elementi avevano buon fondamento nei fatti, sicchè potesse giungersi a spiegare la terribile energia che ebbe il fenomeno sulla spiaggia adriatica compresa fra Rimini e Cervia.

L' egregio D. Ulisse Ferranti ebbe la gentilezza di accompagnarmi sui punti che più meritavano di essere visitati, e così potei raccogliere le importanti e sufficienti notizie che qui riferisco.

In generale ivi si ebbe l' impressione che il terremoto cominciasse con due colpi sussultorii, subito seguiti da moto rotatorio nella direzione SE-NW, e infine da ondulazioni verso NE.

Quel moto rotatorio fece girare intorno a se stessa la parte superiore del campanile della cattedrale, ora benissimo restaurato, e produsse mille altri effetti che non importa qui ridire. Ma è certamente notabile che in generale la rotazione fu sentita e riscontrata da tutti nel medesimo verso, cioè sempre per E ad W passando per N, o per W ad E passando per S. Ciò reca qualche maraviglia, perchè sempre accade che hanno luogo all' istesso tempo rotazioni inverse sopra diversi oggetti. Stando alle spiegazioni da me adottate nella Memoria generale, dovrebbe dirsi che i due moti simultanei generanti le rotazioni ebbero cominciamento quasi al-l' istante medesimo.

Dentro la cattedrale un grande medaglione cadde da una parete con moto da SW a NE, e nel vòlto si fece una fessura diretta a NE, la quale dimostra il movimento dei muri da SE a NW. Anche nella sagrestia un muro si distaccò dagli altri per moto di SE.

In una locanda, che visitai, si vedono ancora larghe fenditure, egualmente ampie ed estese in parecchi muri fra loro incrociati diretti per SE-NW e SW-NE, che perciò dovettero sostenere urti perpendicolari nelle direzioni medesime. Nella chiesa di Sant' Antonio, fortemente danneggiata, tanto i muri di SW quanto quelli di SE si sono distaccati dai vicini. E il doppio moto da SW e da SE fu pure dimostrato da numerosi spacchi avvenuti nei muri delle case (come, per esempio, in un angolo del palazzo Lugheresi che è sulla piazza) e dalla caduta di un grossa palla di pietra del diametro di circa 60 centimetri, che sta sulla porta Ravenna.

Trovate queste chiare prove dei moti di SE (certo meno vistose di quelle già trovate a Rimini e Cesenatico) delle quali unicamente io era andato in cerca nel mio viaggio, credetti inutile di estendere maggiormente nella città le mie osservazioni, e feci una gita frettolosa a un santuario della Vergine distante qualche chilometro dalla città, detto la Madonna del Pino, nel quale parmi si dicesse che il terremoto abbia per il solito maggior potenza. Trovai veramente tutta malconcia e scompaginata quella chiesa, che

mi dissero eretta nel 1484: e lamentando il rovinoso stato in cui si lascia un sì venerabile luogo, e il guasto crescente dei classici ornati di marmo che ancora si vedono intorno a una porta laterale, mi occupai di studiare un poco le fenditure e i guasti del fabbricato in ordine alle scosse a cui in tanti anni sarà andato soggetto. In una parola posso dire che sono evidenti in ogni parete e nei travi usciti in parte dai muri, ambedue le direzioni di urti, cioè da SE e da SW.

Cesena (F. FRANCAVILLA *ed altri*).

Ebbi le seguenti notizie dal professore F. Francavilla e dal signor A. Brighi, che con somma cortesia mi scrissero più lettere in proposito, e dal De Rossi che mi comunicava una lettera del signor marchese Almerici.

Ora data:	12.54	t. m. Roma	(Francavilla)
	12.55	id.	(Almerici)
	12.55	id.	(A. Brighi)

Il professore Francavilla ebbe l'ora dal capo della stazione della ferrovia, il quale la ottenne da un suo orologio privato che si fermò per la scossa.

Direzione. Sono importanti per decidere della direzione i seguenti dati raccolti dal Francavilla.

« L'orologio di famiglia del capo stazione della ferrovia, che si arrestò per le scosse, guarda E, mentre l'orologio della stazione rivolto a S non si fermò. »

Di qui viene una direzione prossimamente perpendicolare al meridiano. Di più il Francavilla riferisce:

« Un microscopio, che il dottore Urbinati aveva sul tavolo, ha girato intorno a se stesso di circa 50° da E verso S, camminando un poco in avanti verso E.

« Sopra un piano vi erano quattro statuette: due sono cadute nella direzione NS con la testa a N. La terza colla base un po' convessa ha girato intorno a se stessa per 90°. Prima aveva la faccia rivolta a E, poi fu trovata con la faccia a S. »

Il sig. marchese Almerici scrive:

« Sembra che le scosse siano venute dalla parte del mare, da ENE. »

Questa direzione ENE si concilia coi fatti presentati dagli orologi. L' adotto senza esitazione. Gli altri fatti servono unicamente a dimostrare l' intervento di altri moti e di qualche sussulto: ma poichè gli effetti di una nuova ondulazione o di un sussulto variano grandemente secondo le condizioni degli oggetti che già si suppongono oscillanti, e secondo il punto in cui vengono sorpresi dal nuovo impulso, così nulla di preciso saprei dedurre dai suddetti fatti. Ritengo che un moto, piuttosto inclinato all' orizzonte, proveniente da SE sia venuto a comporsi col primo. Questo moto da SE, quasi perpendicolare al primo di WSW, spiega le grandi rotazioni avvenute. Lo stesso professore Francavilla mi scriveva che probabilmente furono due scosse con diversa direzione, che egli suppose una da Cervia ed una da un punto tra Cervia e Rimini, e « queste due scosse (egli dice) quasi contemporanee e da diversi centri hanno generato il moto rotatorio. »

Forza. Vari camini caduti. Qualche screpolatura nelle fabbriche. Spavento grandissimo. Molti usciti di casa. Intorno a Cesena molte case coloniche verso il Cervese hanno sofferto gravi danni. Tutt' insieme risulta il grado 7-8 di forza. Procedendo verso Bologna per l' Emilia (scrive il signor Brighi) la forza delle scosse è stata via via minore.

Cesenatico (Signoretti).

Ora data: 12.53 t. v.

« Un muro di cinta è caduto verso N. La torre (di cui si dice in appresso) è caduta verso NE nel mezzo della scossa, ossia, ritengo, quando la medesima da sussultoria passava ad essere vorticosa. Da principio il moto fu ondulatorio, quindi sussultorio, e per 5ˢ vorticoso, terminando ondulatorio. Nel campanile della parrocchia, dell' altezza di metri 20 e della circonferenza di metri 18, si è verificato un movimento che sembra rotatorio nel senso di E a S. »

Forza. D' accordo col De Rossi pongo il grado 9 di forza. Ecco qualche notizia particolare:

(Signoretti) « Tutte le scosse furono di fortissima intensità, e produssero la caduta di una torre dell' altezza di metri 19 e di solida costruzione, di tettoie, soffitte, fumaioli, ecc. Tutte le case in generale hanno sofferto assai e presentano pericolosi strapiombi dei muri esterni. »

(Il giornale *Il Ravennate:* Lettera da Cesenatico del 19 marzo). « La torre del pubblico orologio e diverse case sono cadute. Diversi muri di cinta hanno rovinato: nel civico ospedale sono cadute due soffitte, ma non si ebbero a lamentare disgrazie. Per la caduta di solai in diverse case sei persone furono ferite, delle quali tre gravemente. Si è costituito un *Comitato di soccorso* per promuovere pubbliche soscrizioni in aiuto dei danneggiati. »

Romba. « La romba ha preceduto di 2ˢ il terremoto, e parve un forte colpo di vento. »

Terremoti prossimi. (Signoretti) « Alle ore 10 e mezzo circa del mattino, si è ripetuta una seconda scossa ondulatoria della durata di 2ˢ ed abbastanza sensibile. »

L' istesso sig. Signoretti mi scriveva il 15 aprile: « Il terremoto si è fatto e si fa ancora sentire. L' altro giorno circa le 10 e 1/2 ant. la scossa fu preceduta da un rombo abbastanza marcato e da tutti sentito. »

Cenno storico. « Cesenatico non ha esempi di terremoti simili. Anche nel 1870, quando il sotterraneo nemico funestava la Romagna, era qui poco sentito e per i più passava inosservato. » Forse i terremoti di Romagna furono affatto locali, cioè terremoti di distretto niente collegati con lontane o telluriche catastrofi?

Mia visita in Cesenatico.

Fisso nell' idea che un violento moto di SE percotesse tutta la spiaggia tra Rimini e Cervia, benchè di questo moto non avessi dirette prove, intrapresi un viaggio d' ispezione per accertare il mio sospetto, il quale fornivami la chiave di una grande novità al tutto inaspettata nella generale manifestazione del fenomeno, come ho spiegato nella mia Memoria. Visitai in prima Rimini e trovai che il sospetto suggeritomi dai lunghi studi non era vano: visitai Cese-

natico e, come ora dirò, incontrai testimonianze chiarissime del medesimo fatto: terzo visitai Cervia, e trovai, come già ho spiegato, la medesima cosa. Varrà questo fatto a provare che gli sparsi elementi di una concussione sismica possono ben metterci sulla via di scoprirne dei nuovi, che in talune stazioni non sono talvolta subito avvertiti.

A Cesenatico trovai gentile assistenza dai signori Antonelli, dall' impiegato telegrafico Angelo Grilli e dal signor Guiducci, ai quali manifesto ora la mia sincera riconoscenza. Guidato da questi signori potei verificare i seguenti fatti.

Un loggiato sostenuto da sei colonne, alte circa 4 metri, fu interamente rovesciato (muri e colonne) verso il mare, cioè verso NE. Un muro assai lungo, che chiudeva l' orto dei cappuccini, fu pure rovesciato verso il mare. Nella casa Guiducci, tutta quanta miseramente diroccata, le muraglie sono pure cadute verso NE. Una torre, dell' altezza di circa 20 metri, collocata presso la chiesa parrocchiale, si è tutta scompaginata, e la sua parte superiore cadde verso NNE. Nella chiesa parrocchiale tutti i muri rivolti al mare si sono staccati dalla fabbrica, e ne sono venute grandi fessure nel vôlto; sicchè la chiesa fu messa fuori d' uso, finchè non fosse bene restaurata. Nell' ospedale un muro esterno si è distaccato per quasi 7 centimetri dai muri vicini, come se una forza lo spingesse a rovesciarsi dalla parte del mare.

Nella medesima fabbrica dell' ospedale trovammo però chiarissime prove anche del moto di SE che io cercava: e il bravo allievo ingegnere sig. Antonelli riconobbe con me la realtà di quel movimento. Infatti nella cappella del detto stabilimento un muro diretto per SE-NW era spaccato per linee poco oblique all' orizzonte. In una camera vicina alla cappella, un muro si era staccato dai vicini, spostandosi verso il canale, cioè verso SE. Di più nella locanda del medesimo sig. Antonelli, un lungo muro si è spostato e distaccato dagli altri per violenta oscillazione NW-SE, e il distacco era visibile per circa 8 centimetri. Un altro muro poco distante è caduto verso NNW per la lunghezza di circa 20 metri. Così nella sala dell' asilo d' infanzia, un muro diretto per SE-NW ebbe un

cretto dal basso all' alto. Nella sala del Consiglio comunale sono visibili gli effetti di ambedue le direzioni di scotimento.

Più parlante ancora fu una fessura manifestatasi nel suolo della piazza per la lunghezza di parecchi metri, fessura che essendo parallela al canale, comprova la somma gagliardia dei moti per NW-SE.

Io fui soddisfatto di avere subito e facilmente incontrate in quei fatti e in molti altri le prove che cercava. Là raccolsi ancora le seguenti notizie:

1. Qualche marinaio notò un grande e minaccioso sobbollimento dell' acqua del canale innanzi alla scossa.

A questo proposito il marchese Almerici scriveva al De Rossi che il mare prima del fenomeno si elevò in grossi cavalloni con molta schiuma, specialmente nel porto-canale di Cesenatico.

Ripensando che il canale di Cesenatico è lunghissimo, parmi di dovere dubitare se l' improvvisa agitazione delle sue acque, che fu bruscamente violenta, venisse al tutto dal mare.

2. Due carabinieri che venivano lungo la sponda del canale videro a un tratto un gran sprazzo di vivissima luce rasente la terra.

3. Un cacciatore che passeggiava lungo il lido, vide a un tratto levarsi delle onde che si rovesciarono sulla spiaggia, e mentre fuggiva a tutta corsa s' incontrò in parecchi getti di acqua, che violentemente si alzavano dal suolo; e quindi nei vari punti dove erano sorti si trovarono tante piccole cavità in forma d' imbuti.

Cesenatico (BOLOGNESI).

Ora data: 1.1 t. v.

« Una romba assai forte precedette la scossa. Dopo la scossa furono visti dei lampi nell' aria. »

Terremoti prossimi. « In appresso si sentirono altre tre scosse di poca intensità a brevi intervalli. »

Chiaravalle (*Stazione della ferrovia*).

L' ora data dalla stazione della ferrovia mi venne comunicata dal sig. Giacomo Angeli di Jesi. Ma debbo osservare che la notizia

fu raccolta molti giorni dopo il terremoto: e perciò non sarà tanto sicura.

Chieti (*Osservatorio*).

La mia circolare diretta all' Osservatorio riportò la semplice risposta seguente:

« Il terremoto qui è stato appena avvertito da qualcuno, e perciò non se ne può indicare la direzione. Si può solo dire essere avvenuto quasi ad 1 ora ed essere stato debolissimo. »

Chioggia (A. PADOAN).

Ora data: poco avanti 1 ora t.?

« Mi dispiace di non potere soddisfare il suo desiderio, perchè dormivo durante il terremoto, e non ho sismografo. Dalle informazioni prese mi risulta ben certo che vi furono due scosse con una breve tregua: e sembra che la direzione fosse E-W, ed il genere ondulatorio. »

Cingoli (A. CASTIGLIONI).

Ora data: 12.50 t. v.

Città di Castello (S. SANTINI).

Ora data: 12.55 t. v.

« La direzione NW-SE non è data da un sismografo, ma è ricavata dagli indizi che ebbi da quelli che avvertirono il fenomeno. La scossa fu debole. »

Terremoti prossimi. Il sig. Santini mi favorì pure le seguenti notizie di altri terremoti prossimi:

Giorno 12 marzo: a 12.55 pom. t. v. terremoto ondulatorio con tregua intermedia, direzione N-S, durata 12^s. Fece sonare i campanelli.

Giorno 27 marzo: a 8.0 pom. t. v. ondulatorio da E a W, durata 3^s.

Giorno 28 marzo: a 12.45 ant. t. v. ondulatorio da N a S, piccolissima scossa ondulatoria della durata di 2^s.

Empoli (B. PINCETTI).

« La scossa fu appena sensibile. »

Fabriano (C. Morbelli).

« L' ora risponde a quella data dalla stazione della ferrovia. »

« La durata fu breve, ma la scossa abbastanza forte. » (Pongo il grado 5-6 di forza per istare alle espressioni suddette.)

Romba. Quanti erano svegli avvertirono il rombo sotterraneo.

Fabriano (A. Zonghi).

Le seguenti notizie mi furono favorite dal prof. De Rossi su relazione avutane dal suddetto sig. Zonghi.

« Il muoversi del mio letto da N a S mi avvertì che tale doveva essere la direzione dell' onda, nel che mi ha confermato il giudizio di molti da me appositamente interrogati.

» Per le informazioni assunte da altri ho potuto rilevare che la scossa non sia stata preceduta da alcun urlo, sebbene gli animali, in ispecie i polli ed i cani, l' abbiano presentita; che sul principio si è manifestata sussultoria, e quindi si è pronunciata ondulatoria progredendo sempre in intensità, e fu accompagnata da rombo cupo aereo.

» Io non l' ho affatto avvertita nel suo primo stadio, ma da due miei amici, che erano desti avanti che incominciasse, ho appreso che sulle prime fu veramente sussultoria, avendomi uno di essi detto che alcune lastre di vetro, posate per caso l' una sull' altra sopra un piano nella sua camera, hanno fatto sentire un tal quale scricchiolio, quasi che avesse sobbalzato il mobile stesso; ed ha cessato quasi subito, succedendo immediatamente il moto ondulatorio. Questo mi ha destato forse sino dal suo principio, mentre in quel momento non era forte così da spaventare, come si rese dopo qualche secondo, in cui fu inteso un prolungato tintinnio di campanelli, e sonare la campana dell' orologio nella torre del comune, quasi fosse percossa con un martello.

» Non si hanno, almeno in città, a deplorare guasti, ad eccezione di qualche piccola screpolatura nei muri e della caduta di calcinacci in quasi tutti i fabbricati. »

Per fare il grado 7, manca lo spavento abbastanza generale. Perciò pongo 6-7.

Faenza (GATTINARA e MORINI).

« Le scosse furono due sussultorie ed una ondulatoria, succedentisi senza intervallo e precedute da rombo. La durata complessiva si calcola da 8 a 9^s. Nessun disastro: qualche screpolatura, e sonni universalmente rotti. »

Falconara (*Stazione della ferrovia*).

L' ora mi fu procurata dal signor Giacomo Angeli di Jesi, che la ebbe con altre da un amico impiegato delle Ferrovie.

Fano (A. AVONI).

Il professore Avoni mi scriveva: « Io che mi ero svegliato un quarto prima della forte scossa e colla paura del terremoto, posso dire che qualche lieve scossa ondulatoria, almeno una alle ore 12 3/4, precedette la forte avvenuta un mezzo quarto circa prima di un' ora antimeridiana. » Da queste parole viene l' ora approssimata del quadro.

Direzione e moto. Sul primo la scossa fu sussultoria e forse vorticosa, perchè una guglietta del Duomo rimase girata sul suo asse. In ultimo fu ondulatoria lungo E-W. In quanto alla rotazione della guglia del Duomo, ecco altri particolari fattimi conoscere dal suddetto professore Avoni: « Quella guglia fu atterrata il dì appresso. Era una piccola piramide di macigno a base quadrata del lato di circa 40 centimetri. Il terremoto la spostò facendola girare circa 10 centimetri. Si direbbe quasi che, discostatasi dalla sua base per causa di un sussulto, abbia poi girato intorno al suo asse per causa di un moto vorticoso. Il verso della rotazione dovrebbe essere stato da E a W per S nella seconda fase, e nel verso opposto durante la prima fase. »

Forza. Da una lettera del conte Marcolini rilevo che la scossa dev' essere stata in Fano assai gagliarda. Infatti egli mi scrive: « Il professore Tombari mi riferiva che il palazzo del comune fu sì gravemente offeso dalle scosse, che gli ingegneri hanno giudicato poco sicuro il rimanervi. » Infatti alcuni uffici furono poi portati altrove. Però non erano prima in buono stato.

Terremoti prossimi. Da quanto è detto di sopra pare che una scossa ondulatoria sia avvenuta in Fano a ore 12.45, e forse qualche altra anche prima.

Fermo (G. Agolini-Ugolini).

Il sig. Ugolini, prevenuto quella sera da vari rombi che sentì più volte ripetersi, stava in grande attenzione aspettando qualche maggiore catastrofe. Perciò teneva anche preparato un grossolano sismografo, che, penso, avrà quella sera anche meglio disposto per l'osservazione. Per queste ragioni ritengo molto buone e sicure le osservazioni che mi favorì. Egli mi scrive: « Mi aspettava, è vero, il terremoto: ma non tanto presto, nè tanto forte. Il mio strumentaccio (!) si portò magnificamente, corrispondendo alle commissioni diverse che io gli aveva affidate. »

Direzione. Il sig. Ugolini mi dà senza esitazione due direzioni diverse, le quali dispone ai debiti luoghi nella circolare inviatagli, dopochè alla posta si era perduta una sua prima lettera, certo preziosissima. Egli pone:

Prima scossa per SE-NW
Seconda scossa per NE-SW

Moto e tregua. Ondulatorio con tregua di 3ˢ.

Rombi precedenti. Riporto qui per intero uno squarcio di lettera del sig. Ugolini sopra questo ed altri fenomeni. « Nel giorno, oscillazioni negli aghi magnetici mi avvertirono di qualche futuro fenomeno; la sera, osservai con parecchi amici quella cert'aria detta da terremoti, e dovete notare che le nubi che ne davano l'aspetto si movevano nella stessa direzione del terremoto. Alle ore 11 pom. sembrommi avvertire un rumore, che giudicai per boato sotterraneo: allora mi ristetti dal coricarmi e mi posi ad osservare ad un ago magnetico e ad una specie di sismometro, dico *specie*, perchè fatto alla meglio. Varie volte notai certi rombi, a cui non detti gran peso perchè non è difficile sentirne di notte qui a Fermo. Dopo il fenomeno però li ritenni per *precursori* dello stesso: l'ultimo successe esattamente a ore 12.42 t. m. Roma. Debbo anche notare che vi fu bufera aerea. »

Forza. Crederei 5-6, perchè l'osservatore dice che fu forte. Aggiunge che certe frane, avvenute nei giorni seguenti attribuite alle dirotte piogge, ebbero forse per causa remota il terremoto.

Ferrara (*Giornali*).

Ora data: 12.55 t.?

Ho scritto a Ferrara più volte per aver notizie esatte; ma non ebbi risposta.

Anche il De Rossi ebbe la stessa ora 12.55 senza indicazione del tempo. La scossa fu fortissima, ma recò solo grandissima paura e non danni.

Firenze (C. PITTEI).

« L'ora precisa che io stesso potei determinare, trovandomi nella massima quiete al mio tavolino, fu 12.48. »

Moto. Ondulatorio, sensibilissimo e ripetuto: sussultorio appena avvertito.

Firenze (P. F. CECCHI).

« Furono due scosse: la prima ondulatoria con lungo seguito di più piccole oscillazioni; la seconda (senza tregua intermedia) ondulatoria e sussultoria, dopo la quale si è avuta una serie di più piccole oscillazioni che hanno durato 15^s. Di più per le composizioni delle due ondulazioni simultanee vi fu moto rotatorio. Io potei avvertire tutte queste fasi, perchè mi trovava seduto al mio tavolino in perfetta quiete. Il moto rotatorio fu preso chiaramente da uno dei miei apparecchi. Esso consiste semplicemente in una pallina di ottone del diametro di 3 centimetri, attaccata ad un filo cortissimo di seta. Alla pallina è saldato inferiormente un ago da cucire, il quale sta costantemente introdotto per circa 2 millimetri in uno strato di polvere di marmo. Questo piccolo strumento ha mostrato molto distintamente la direzione SSE-NNW, e ha tracciato nella polvere una piccola cavità conica. »

Direzione. Prima scossa da S a N alle 12.47.58.
Seconda scossa da SSE a NNW alle 12.48.17.
Intervallo . . . . 19^s.

Queste direzioni furono date dagli strumenti grafici delicatissimi dell' Osservatorio. Anche il moto sussultorio fu benissimo indicato dall' istrumento.

Forza. La seconda più forte della prima.

Durata. Dalle indicazioni date dal P. Cecchi si rileva che la prima scossa col seguito delle sue oscillazioni ha durato 19ˢ e la seconda 15ˢ. Ciò mostrerebbe che vi furono due scosse ben separate e distinte: e poichè il P. Cecchi stava nella parte più elevata del collegio, presso l' Osservatorio, che è sui tetti, potrebbe pensarsi che l' oscillazione della fabbrica fosse lassù ancora ben durevole e sensibile quando la terra era già quietata. Un altro osservatore, il sig. D.r Ignazio Cameletti, coltissimo giovane e ben capace di osservare, in altra parte di Firenze contò, durante il terremoto, 30 battute di polso.

Firenze (P. T. Bertelli).

Direzione. L' isosismometro delicatissimo del P. Bertelli ha dato gli spostamenti seguenti degli aghi che circondano e toccano il pendolo:

Spostamento verso	N	0,7	S	0,7
»	NE . . .	2,2	SW . . .	0,4
»	E	0,7	W . . .	0,0
»	SE	3,6	NW. . .	0,4

Evidentemente vi è stato un massimo movimento del suolo da SE a NW, e un altro movimento quasi uguale da NE a SW; sicchè il pendolo ebbe a fare una gran deviazione verso SE e un' altra deviazione quasi eguale verso NE. Quale dei due movimenti fu il primo? Il semplice spostamento degli indici non lo dice, e questo, per me, è sempre un gran difetto di tal sorta di apparecchi. Per lo studio e per la teoria e per tanti riguardi val meglio sapere da che parte è venuto il primo urto, che tante altre cose.

È qui inutile che ridica le varie riflessioni che io feci in parecchie lettere al P. Bertelli per provare se le indicate deviazioni potevano interpretarsi in modo da corrispondere ai dati che vennero forniti dai professori Pittei e Cecchi. Io debbo apprezzare grande-

mente le conclusioni a cui il Bertelli è venuto, perchè sul luogo egli potè meglio giudicare, e perchè è ben nota la grande perizia di lui in questo genere di osservazioni. Perciò adotto pel quadro generale le direzioni che egli mi scrisse nelle colonne della mia circolare, cioè:

Prima scossa NE-SW maggiore
E-W } minori
N-S . }
Seconda scossa SE-NW

Ma perchè si possa giudicare intorno a quest'ordine di successione delle due principali direzioni, trascrivo qui le più minute relazioni e note che il Bertelli mi aggiungeva sul medesimo argomento.

« Avendo fatto un accurato confronto delle indicazioni degli strumenti con quelle avute da altri, trovo che quanto alla componente orizzontale della seconda scossa, essa di certo fu diretta assai prossimamente da SE a NW. Il primo periodo comprenderebbe le altre direzioni N-S, W-E, NE-SW, delle quali però la terza è forse l'unica che fu avvertita appena da qualcuno che era sveglio. Le direzioni accennate furono quelle che si ebbero nei miei strumenti, i quali sono indipendenti dai muri della fabbrica, essendo essi raccomandati unicamente ad un solido piedistallo che sorge isolato a pianterreno, e che è fondato a metri 1,50 sotto il suolo, sopra un antico e sodo getto di muro più vasto e profondo. Convien però notare che nei piani superiori di questo collegio la direzione di questa medesima scossa fu alquanto modificata dalla varia direzione che avevano i muri: dove fu SE 1/2 ESE e dove S 1/2 SSW, e ancora SSW 1/3 SW.

» Il tromometro osservato 10^m dopo il terremoto dava certamente un moto composto, ma non già derivato dalle sole due impulsioni principali sensibili NE-SW e SE-NW, ma probabilmente da molte altre microsismiche, che certamente ho vedute altre volte precedere e seguire i terremoti.

» Qui in collegio l'impulsione prima debole fu certamente avvertita da NE; poi un moto sussultorio, seguito da un movimento

ondulatorio più forte da SE. Avverta però che noi siamo nella vallata del Mugnone, la quale s'interseca ad angolo retto con quella dell'Arno. »

Osservazione del P. Rogerio.

Scrivo distinta la presente osservazione, sia perchè di gran valore, sia perchè l'osservatore era ben desto e in piedi. Il P. Bertelli me la comunicò facendone egli stesso il più gran conto.

Il bravo padre trovavasi al momento del terremoto in coro nella chiesa del convento di Montughi presso Firenze. « *Egli afferma positivamente di aver sentito da prima rialzarsi il suolo dove egli stava in piedi a pianterreno, e quindi ondulare da SE a NW,* con un effetto al tutto simile a quello che si prova stando seduto in carrozza, quando questa colle ruote sormonta un piccolo rialzo che si trovi sulla via, che la persona si sente da prima come rialzare e poi cullare come per ondeggiamento.

» Questa osservazione, dice l'istesso Bertelli, del P. Rogerio è molto importante, sia per le circostanze locali vantaggiosissime in che fu fatta, sia per l'abilità dell'osservatore. »

Moto verticale. Il P. Bertelli ritiene che l'onda di S-N sia stata accompagnata da un moto di depressione del suolo, il quale si mostrò nel suo ortosismometro del piccolo valore di 1^{mm}, 2.

E trova che il moto per SE-NW fu accompagnato da un alzamento del suolo, misurato nell'ortosismometro da 1^{mm}, 5.

Egli stesso per ispiegare l'osservazione sopra riferita del P. Rogerio scrisse: « La doppia sensazione provata dal suddetto padre proviene forse dalla obliquità stessa dell'onda rispetto all'orizzonte. » Con un piccolo calcolo fatto sulle figure date dal P. Bertelli trovo che l'onda o l'urto sismico faceva forse coll'orizzonte un angolo di poco più di 20°.

Tromometro. « Tutto il 17 marzo fino a ore 9.55 pom. e dopo il terremoto fino alla mattina del 18 (8 1/2 ant.) il tromometro è stato quasi tranquillo. » Dalle curve tromometriche di Firenze e Bologna, le quali curve mi furono favorite dal P. Bertelli risulta:

1. Il 17 marzo a Firenze vi era assai quiete: a Bologna l'in-

quietezza pian piano crebbe fino alle 8 di sera, ora in cui si cessò di osservare.

2. Al mattino del 18 un po' inquieti e poi tranquillissimi e di nuovo più inquieti i pendoli a Firenze.

Inquietissimi a ore 9 (quando cominciò l' osservazione) quelli di Bologna, e poi assai tranquilli alle 12, e inquieti più tardi.

3. Il 17 si chiudeva per Firenze e per Bologna un periodo di molta agitazione, che durava da 4 giorni.

Fiume (E. Stahlberger).

Ora data: 1.0 t. m. Fiume.

« L' ora del terremoto viene concordemente indicata come sopra. »

« Durò con alcune interruzioni circa 2^s. Fu debole senza sussulti e senza rombo, notato da pochissime persone. »

Fognano (*Una maestra del collegio*).

Ora data: 12.38? t. v.

Forlì (V. Riatti e A. Merlini).

Direzione. Il prof. Riatti mise grande studio nel ritrarre colla fotografia le tracce lasciate sul piano del sismografo dalla punta del pendolo: e prontamente mi mandò una bellissima prova positiva del disegno. Essendomi quindi venuto qualche dubbio su quel disegno perchè non era in armonia con tanti fatti notati in altri paesi, e di più volendo sentire dall' istesso prof. Riatti l' interpretazione che ne avrebbe fatta, novamente scrissi a quei bravi miei amici pregandoli di ogni studio possibile in proposito. Col giorno 2 di giugno il prof. Riatti mi fece scrivere dal suo assistente Emilio Broglio per accompagnarmi la stessa fotografia di prima, ben collocata, come dice il Broglio, *nella sua vera posizione rispetto ai quattro punti cardinali.*

È visibile in essa che la scossa cominciò con un gran sbalzo della terra da W verso E, e poi sopravvennero potenti ondulazioni intorno alla linea SE-NW; ed è pur facile vedervi che dovettero ripetersi allo stesso tempo altre ondulazioni più leggiere da W ad E,

le quali a quando a quando slargavano e modificavano le onde per SE-NW.

L' analisi generale del grande fenomeno fece vedere la somma importanza di questo disegno. Prima che fosse così corretto, esso intralciava talmente le mie conclusioni, che per poco non mi avviò per una falsa strada. Voglio si sappia che il prof. Riatti mi mandò il disegno corretto, senza che io gli dicessi le variazioni che aspettava di vedere.

Forlì (P. Vecchiotti).

Un orologio a pendolo fermatosi per la scossa confermò l' ora, che il Vecchiotti da se medesimo registrava al momento del fenomeno. E mi scrisse: « Sono contento di averle potuto dare l' ora precisa. Ho subito guardato all' orologio, pensando a lei, e questa mattina ho trovato che combinava con quella segnata da vari altri. »

Direzione. E-W. Questa direzione parve al sig. Vecchiotti di poter stabilire sul fondamento della sensazione da lui provata. Confrontando questa direzione con quella della fotografia dell' Osservatorio, si vede bene che il Vecchiotti fu specialmente colpito dal primo violentissimo urto che cagionò quel lungo sbalzo del pendolo verso W.

Moto. « Ondulatorio; ma ancora mi sembrò di avvertire un piccolo movimento vorticoso. »

Rombo. « Un discreto rombo ha accompagnato la scossa. Il mio amico ingegnere Pasqui, che era allora per istrada, sentì il rombo sotterraneo meglio di me. Ciò mi sembra ben naturale perchè io ero dentro casa. »

Forza. « Scossa tremenda, la più forte (anche a giudizio del Merlini) che siasi sentita in quest' anno. Caduti vari camini. Nessuna disgrazia.

» Io, dentro casa, avvertii bene la gran veemenza della scossa. Il mio amico Pasqui che, come ho detto, era in istrada, sentì invece vacillare il suolo molto leggermente, mentre all' istesso tempo sentiva lo strepito di un camino che cadeva. »

Fenomeni fisiologici. « Appena terminata la scossa ho aperta la

finestra, e ho sentito una sinfonia di cani che abbaiavano per tutti i versi. Il Pasqui passava per una contrada presso la quale vi è un pollaio: e ha sentito tanto tramestio di quei polli, che tra sè disse: *Pare che siano entrati i ladri a rubare i polli.* E subito dopo ha avvertita la scossa. »

Frascati (LAVAGGI).

Il professore De Rossi scrive che a Frascati niuno avvertì la scossa, ma nel sismografo vi era una bella traccia corrispondente.

Fusignano (*Giornali*).

« A Fusignano avvertita stanotte *leggiera* scossa di terremoto prolungata. Nessun inconveniente. »

Jesi (V. MATTIONI).

« L' ora fissata da me sull' istante è rimasta confermata da un orologio regolatore che rimase fermo.

» Evidentemente il moto fu ondulatorio in quasi tutto il suo periodo. Mi parve però di osservare qualche sussulto poco prima della fine. Il periodo fu abbastanza lungo. »

Jesi (B. BENEDETTI).

« L' ora da me data è quella della stazione della ferrovia di Jesi. L' orologio della ferrovia ogni giorno vien regolato a dovere col t. m. di Roma. Ora il giorno 17 era stato rimesso il regolatore a lungo pendolo, di questo egregio orologiaio Chiarini, col predetto orologio della stazione: e questo regolatore fu fermato dal terremoto all' ora precisa 12.55.5.

» Il movimento si è detto da tutti ondulatorio: ma io credo che sia stato ancora un poco sussultorio, guardando a quel che è avvenuto al mio pendolo da tavolino. Esso si è fermato: e osservandolo bene ho trovato che il cappio del filo che sostiene la lente del pendolo si è innalzato di molti millimetri, ed è salito fino alla cima dell' uncino che lo tiene appeso, e (caso strano) è rimasto appiccato sulla punta acutissima di esso uncino. Questo

fatto non poteva accadere se il terremoto fosse stato semplicemente ondulatorio.

« Dalla posizione del regolatore, che si è fermato, deduco che la direzione del moto sia stata press' a poco da NW, ovvero da SE, e non certamente ad angolo retto con la linea NW-SE; perchè in questo caso il regolatore non si sarebbe fermato: ma il suo pendolo avrebbe ricevuto dal terremoto un movimento a seconda della direzione del moto che aveva. La durata si è giudicata di presso 12ˢ: e a metà circa di essa vi fu una brevissima sosta. Il martello dell' orologio pubblico batteva nella campana durante la scossa, e in molte case hanno sonato i campanelli. Il terremoto è stato sentito da tutti quelli che vegliavano, e ha destato molti. » Pongo con De Rossi il grado 7 di forza.

Terremoto del 21 aprile. « Il terremoto del 21 aprile corrente, avvenuto a ore 8.20 antimeridiane a Cesenatico, Cervia e dintorni, qui non è stato avvertito da alcuno. »

Lugo (*Giornali*).

« Scossa sensibile, non grave, accompagnata da rombo. Nessun incidente. » Parmi che convenga il grado 5.

Lussin

e altri paesi soggetti al Governo marittimo di Trieste.

L' I. R. Governo marittimo, che risiede in Trieste, e al quale furono comunicate le ricerche che io faceva, ebbe la gentilezza e premura di spedire ai capitanati dei porti e alle scuole di nautica le mie stesse circolari, ordinando con sua lettera del 28 aprile (nº 3428) che si ponesse ogni studio per soddisfare alle mie domande.

I vari uffici hanno adempito con coscienza il loro dovere, e il signor direttore di quel Governo marittimo mi rimise sulla fine di giugno tutte le originali. Rendo qui sincere grazie all' egregio direttore signor Aco, e mi faccio un dovere di segnalare il suo esempio come degno di ammirazione; trovando pure che tutti quegli uffici ai quali si rivolse sono ben penetrati dell' importanza di queste ricerche e molto esatti nelle determinazioni del tempo, su di che si procede tanto leggermente in altri luoghi.

Raccolgo qui tutte le indicazioni che dal detto Governo mi furono favorite.

Lussin. — *Osservatore.* « I. R. capitano di porto. »

Ora data: Verso 1 ant.

Direzione: « E-W: sulla variazione di direzione non posso dire di preciso. »

Forza. « Ritengo abbastanza forte dall' effetto meccanico osservato nel sentire scosso il letto e scossi gli oggetti appesi alle pareti » (4-5).

Stato atmosferico. Sereno, vento costante e leggiero di nord.

Conferma del P. Panziera. Il 30 marzo mi scriveva: « Per informazioni prese da persone venute di colà, seppi che si sentì un lieve scotimento a Lussin, isola del Quarnero.... L' ora in cui avvennero queste commozioni, per quanto potei rilevare, è quella stessa in cui avvennero le commozioni sull' altra riva, cioè qualche minuto prima delle ore 1 antimeridiana. » Il P. Panziera si è dunque accorto della simultaneità tanto singolare delle scosse sulle due rive adriatiche. È questo un fatto che ho cercato di ben scolpire nella mia Memoria, e che essendosi ora ripetuto per la seconda volta dopo il 12 marzo 1873, merita di essere preso in serio esame dai geologi.

Lussin piccolo. La Direzione della I. R. scuola di nautica di Lussin piccolo rispose che da nessuna parte potè avere notizie sicure. Risulta però che il terremoto vi fu sentito, ma estremamente debole.

Castelnuovo. La Direzione dell' I. R. scuola di nautica a Castelnuovo conclude il suo rapporto dicendo: « Si arguisce che il fenomeno non si sia esteso fino a queste parti. »

Lissa. La stazione semaforica sulla punta di Lissa conclude: « Quanto a Lissa e Comisa, il terremoto non vi si fece sentire. »

Ragusa. Il Capitanato di porto e la Direzione dell' I. R. scuola di nautica scrivono che ivi la scossa non fu sentita.

Il P. Panziera pure mi scrisse da Zara: « Domandai informazioni per telegrafo a Ragusa, che in Dalmazia è la regione dei terremoti per eccellenza, e mi fu risposto che colà non si ebbe la minima scossa. »

Trieste. (V. l' articolo parziale su Trieste.)

Pola. Il capitano di porto non potè raccogliere precise notizie. Si vedrà in seguito la buona osservazione del signor Müller.

Zara. (V. l' articolo parziale su Zara.)

Bocche di Cattaro. Il capitano di porto di Meglines informa che nè a Castelnuovo, nè in altre località delle bocche di Cattaro, compreso il distretto di Budua, si sentì alcuna scossa.

Stazione semaforica di Porer. Allo scoglio di Porer nulla s' intese. Il 17 il cielo fu sereno tutta la giornata: a 7 ore ant. del medesimo giorno calma di vento; a 2 ore pom. vento S assai debole; a 9 ore sera, calma. Il 18 quasi tutto sereno: a 7 ore ant. ENE debole; a 2 ore pom. ENE forte; a 8 ore pom. ENE assai forte: a 9 ore continuava.

Rovigno. (V. art. parziale su Rovigno).

Macerata (Marche) (*Corrispondenza del* P. Bertelli).

« Vengo assicurato (scrive il Bertelli) che il terremoto vi percosse precisamente a ore 12.50 t. m. Roma. »

Forza. Da altri ho saputo che la scossa fece dei danni in una caserma, e produsse in molti gran spavento. Perciò pongo il grado 6-7.

Mantova (G. Agostini).

« L' orologio sonò l' un' ora ant. appena uno o due minuti dopo la scossa.

» Il sismografo indicò due scosse di terremoto ondulatorio, da E a W, abbastanza sensibili, e ambedue quasi allo stesso modo vicinissime. » Nella circolare che mi fu rinviata, il moto è indicato con « due scosse suss. e ond. »

Forza. « Non consta che siansi fermati orologi. »

Massa Lombarda (*Giornali*).

« Anche qui nella scorsa notte forte scossa di terremoto. Nessun disastro. Paese tranquillo. » Pongo la forza 6, che segna una scossa più che mediocre.

Meldola (G. B. Babacci).

« Il mio sismografo fece una linea lunga circa 3 centimetri nella direzione di SE-NW. Ma vi era pure un' altra traccia per ESE-WNW. Il movimento nel medesimo sismografo si vedeva ancora la mattina a ore 7.

« Benchè l' oscillazione fosse molto larga, non fece gran danno, forse perchè il movimento fu lento. Solamente cadde qualche camino. »

Terremoti prossimi ed altri fenomeni passati. (Da una lettera del signor Mastri). « Nell' autunno del 1870, epoca in cui fummo assai travagliati dal terremoto, si notava per lo più il cielo fosco, qualche rara volta sereno, venti impetuosi, gran caldo, qualche breve pioggia, e le scosse erano sempre precedute da un lungo e cupo boato o rombo. Da quell' epoca fino ad oggi le scosse non ci hanno mai lasciato: ma per la loro leggerezza, tranne qualche eccezione, non vengono avvertite dai più. »

Mezzano (*Giornali*).

« Grande spavento: tutti fuggirono dalle case. » Non so di danni avvenuti, e perciò pongo il grado 7.

Milano (G. V. Schiaparelli).

« Nessuno ha sentito la scossa. Il sismografo ha dato l' indicazione ESE-WNW. »

Modigliana (L. Fabroni).

Ora data: 12.44 t. v.

A una domanda del P. Bertelli intorno all' esattezza dell' ora, il sig. Fabroni rispondeva: « Riguardo all' ora, credo di poterla accertare per informazioni prese e per schiarimenti domandati all' istesso temperatore dell' orologio, che fosse quella che le indicai, cioè 0.44. In quell' ora stessa il terremoto fu sentito in tutti questi paesi. Il detto temperatore dell' orologio mi disse di non averlo rimesso nè il 17, nè il 18, perchè era esatto coll' ombra del gnomone e col cronometro.

« Le oscillazioni vennero da E verso W, secondo il solito. Però in una casa di Modigliana, dove la camera ed il letto sono orientati da S a N, la scossa fu sentita in questa ultima direzione. » Questo dato mi costrinse a porre doppia direzione nel quadro generale.

Forza. « Le scosse furono intense, ma non della grave intensità di quelle della sera del 28 ottobre 1870. Nessun danno. »

Nota scentifica del sig. Fabroni. Il dotto osservatore aggiunge alcune riflessioni sui centri di scotimento del 1870 e del 1875. Piacerà di conoscere la di lui opinione esposta nei suoi termini originali:

« Il centro di azione o la potenza squassatrice del suolo nel 1870 fu quell' area che comprende (da E verso W, ed un poco anche verso N) Meldola, Bertinoro, Forlimpopoli. I più gravi danni furono patiti da Meldola. Anche Forlì ne restò molto offesa. Il suolo in cotesta area e fino a noi continuò a traballare per più mesi, poichè nel marzo ed anche nell' aprile fu sempre in convulsione. Costì pure le scosse erano precedute sempre da boati e rombi sotterranei. Per altro da quell' epoca in poi il suolo non fu più fermo, e non passò più giorno che non fosse più o meno commosso.

» Nella notte del 17 (sopravvenendo il 18 di marzo 1875) il centro si spostò e si fece più prossimo al mare Adriatico. Esso comprese quel tratto di littorale sul quale riposano a E Rimini, più verso N e W Cervia e Cesenatico. Costà la scossa fu violentissima, e le case di cotesti paesi rimasero offese gravemente, e persero pressochè tutte la loro stabilità statica. A Cervia si dice che si spaccasse per lungo tratto anco il terreno. Il mare al momento della scossa invase con impeto molto tratto di lido. (Si conferma il racconto da me sentito.)

» Il centro d' azione del terremoto dell' ottobre 1870 fu nel terreno miocenico, ricco colà di depositi di zolfi; il centro di azione del terremoto del marzo 1875 è stato il pliocene superiore ed il postpliocene. In tutta codesta zona non dominano sorgenti di gas infiammabile, menochè sopra le terme di Sant' Agnese in Bagno e sulla cima del monte alla Bupa sopra Portico (terreno eocene). In

questa stessa zona non vi sono sorgenti di acque minerali che abbiano alcun nome ed alcuna utilità, salvo sopra Galeata, ove colano alcune sorgenti di acque saline purgative. Le ricche sorgenti di acque salse e di acque salso-iodiche si trovano sopra Forlì verso mezzogiorno, a Castrocaro nel terreno pliocenico, a Dovadola tra il miocene e l'eocene, a Modigliana. Quivi sul torrente Samoggia vi hanno anche scaturigini di acque solfuree fredde, e sono nel terreno miocenico. Grandi depositi di gessi, sorgenti di acque solfuree e di acque ferruginose sono tra Modigliana, Brisighella e Riolo. Le grandi valvole di sfogo del gas idrogeno, sotto tutta la zona di terreni ardenti, di vulcani fangosi, di salse ecc. sono nell'Imolese e Bolognese fino alla cima dell'Appennino.

« Il terremoto del 1870 parve prendere le sue mosse dall'eocene antico; quello del 1875 si è svolto nel pliocene o meglio nel miocene.... »

Moncalieri (P. F. Denza).

Il P. Denza scriveva il 19 marzo al direttore del giornale *Il Conte Cavour*, del 23:

« La sera del 17 marzo, intorno alle ore 11, il declinometro del nostro Osservatorio divenne assai agitato in senso verticale; e l'agitazione continuò fino oltre la mezzanotte. Il pendolo sismografico appena si spostò dalla sua posizione d'equilibrio. Le molte esperienze fatte sinora hanno dimostrato che coteste meccaniche concitazioni verticali dell'istrumento magnetico sono indizio sicuro di movimenti della crosta terrestre, ora lontani ed intensi, ora vicini e più deboli. »

Sull'esattezza delle ore. Riporto qui ciò che il Denza mi scriveva il 14 aprile, intorno alla fiducia che può aversi nelle ore delle ferrovie e degli uffici telegrafici. « Per me, egli dice, le ore degli orologi della strada ferrata e dei telegrafi valgono poco, quando si vuole l'esattezza al minuto; e ve lo posso dire per pratica. Di tratto in tratto avviene che riscontro delle variazioni di due minuti nell'orologio dell'ufficio centrale governativo di Torino, il quale trasmette l'ora agli uffici secondari. »

Questa avvertenza che mi fa il bravo osservatore di Moncalieri

è veramente opportuna e giustissima. Da gran tempo io pure mi ero accorto del medesimo fatto. Non lo dissi, perchè mancavo di prove certissime: ma nei miei studi e riscontri ne tenni sempre conto, non dando mai un valore assoluto al minuto preciso che mi veniva indicato, ma sempre riguardandolo come affetto di un errore probabile di circa $\pm 1^m$, ed anche più. Perciò tengo per me la regola, e la consiglio anche agli altri, di fidarsi più alla media di parecchie osservazioni che ad una osservazione sola; e di mettere più importanza nei valori relativi che negli assoluti, facendo sempre gran conto anche delle ore che vengono date in tempo vero, cioè dedotte dalle meridiane. Quando le molte osservazioni e le medie, e quelle espresse originalmente in tempo medio e in tempo vero insieme concordano per una qualche deduzione, allora io me ne sto tranquillo. Ma insomma è ben chiaro, anche per ragione degli errori a cui allude il P. Denza, che negli studi di questo genere bisogna più curare le medie generali, distinte quando si può in diversi gruppi, che qualche parziale valore, e guardare all' armonia generale dei dati. Il lavoro d' insieme, come qualche volta mi è accaduto, scuopre anzi gli errori di alcuni dati, invece di venire falsato dai medesimi.

Pressione atmosferica in Europa. Nella nota pubblicata dal P. Denza si contiene una chiara esposizione dei movimenti barometrici europei dopo il 15 marzo.

Oggi siffatto studio può farsi con perfetta esattezza e su vastissima scala studiando le carte americane redatte per cura del signor brigadiere generale Alberto Myer, le quali carte sono anche a me generalmente favorite dal nostro Ministero. In esse è dato lo stato meteorologico di tutto il mondo per ogni giorno a ore 7. 35 t. m. di Washington.

Avendo fatto disegnare le curve barometriche dei giorni intorno al 18 marzo di molti punti in Europa, Asia, Affrica, America, ho veduto:

1. Che l' altezza barometrica fu la notte 17-18 molto grande in Svezia, Danimarca, Inghilterra, Olanda, Belgio, Francia, Germania, Austria (Ducato).

2. La pressione calava tutt' intorno pei confini Europei, cioè

nel Mar Glaciale, Russia settentrionale, Caucaso, Ungheria, Italia, Algeria, Spagna, Francia meridionale, Islanda.

3. Nell' America settentrionale (Alaska, Canadà) alzamenti straordinari. Negli Stati Uniti movimento vario.

La depressione barometrica si estendeva dunque sopra un circolo vastissimo, cioè tutt' intorno sui limiti dell' Europa, e il terremoto fu molto ristretto.

Mondaino (T. Baldolini).

« Il mio letto, come se al disotto del medesimo avesse scattato una forte molla, si alzò: e contemporaneamente cominciò a traballare in senso ondulatorio. Sul finire del fenomeno il moto fu per due volte vorticoso. Mi sembrava che una forza tremenda volesse rovesciare il letto. Non vi furono tregue. »

Romba. « Fu spaventosa per tutti quelli che la intesero, meno per me che la presi per il rumore del vento, che pensai sorgesse in quel momento: pareva però come il lamento lontano di una persona. Durò pochissimo, ossia fu presto seguita dal primo sussulto. »

Forza. « Gagliardo oltremodo. Non avevo mai sentito l' eguale. Parecchie finestre e porte si aprirono spontaneamente. Vari piccoli oggetti posati sui tavolini caddero: ma nessun camino è caduto. Nel comune prossimo di Montefiore (o Monte Fiorito) nella parrocchia di Serbadone è caduta una casa colonica della famiglia Cavalli. »

Montignoso (*Corrispondenza del* P. Bertelli).

Leggerissima scossa, così tenue che uno solo, per quanto si sa, se ne accorse con vera certezza.

Ho voluto segnare anche questo punto, sebbene sprovvisto di dati, per avere il limite occidentale delle scosse in quella latitudine.

Napoli (L. Palmieri).

Al Vesuvio nulla fu sentito. All' Osservatorio dell' Università leggieri indizi. Ecco il cenno che mi scriveva il prof. Palmieri:

« Il sismografo vesuviano fu inquieto nei giorni 13 e 14 mar-

zo. Il 14, 15 e 16 si ebbero parecchie scosse in provincia di Benevento, le quali forse continuavano nel 17; ma il sismografo al Vesuvio era tranquillo, e solo vi avevano leggieri indizi sismici al sismografo dell' Università. »

Nizza e Sienne (*Giorn.* Les Mondes).

« Dans la nuit du 17 au 18 vers $1^h.25$ du matin, nous avons ressenti une secousse de tremblement de terre du nord-ovest au sud-est et divisée en deux commotions: la première de cinq oscillations, d'une durée de trois secondes: la deuxième de trois oscillations et d'une seconde de durée.

» On télégraphie de Sienne que le tremblement de terre a eu lieu à la même heure, mais avec une plus grande intensité. Les cloches se mirent à sonner; les lits semblaient s'enlever de terre. »

Mi diressi per appurare il dato dell' ora al professore di fisica, ed ebbi gentilissima risposta dal prof. E. Krafftel. Egli mi dice che i loro studi abbracciarono per ora le sole temperature e pressioni dell' aria, e le piogge; e resta dolente di non poter fornire le richieste notizie. Il P. Denza che più volte ha viaggiato in Francia mi fa sapere che « in tutta la Francia, e quindi, egli crede, anche a Nizza, ogni città segue il suo t. m. locale, mentre gli orologi delle stazioni ferroviarie segnano invece l' ora di Parigi. » Perciò l' ora data è probabilmente in t. m. di Nizza e si riduce al t. m. di Roma coll' aggiunta di 20.36, 6 ossia 20,6; e dà

Ora ridotta: 1.45, 6? t. m. Roma.

Forza. Dalla risposta del sig. Krafftel argomento che a Nizza la scossa fu piuttosto leggiera, mentre fu assai forte a Sienne dove fece sonare le campane.

Padova (Lorenzoni).

« L' ora è rilevata dalle indicazioni di un orologio che si è fermato per causa del terremoto. Parecchie persone intesero un cupo rumore, come di vento sotterraneo, prima della scossa. »

Padova (A. Favaro).

Ora data: 12.54 t. m. Padova.

« Io stava seduto, egli scrive, da qualche ora al tavolo del mio

studio, quando sentii traballare il suolo della stanza sotto i miei piedi: traballamento che riconobbi subito pel terremoto. Fissai tosto gli occhi sull' orologio da tavolo, che mi sta ordinariamente dinanzi, e vidi che segnava l' ora 12.54. Detto orologio andava benissimo, perchè ho l' abitudine di confrontarlo ogni giorno con quello della posta, che è il nostro orologio campione, regolato ogni giorno dal meccanico dell' Osservatorio astronomico. La mattina del 18 mi accertai all' Osservatorio che quell' ora era giusta.

» Posso accertare che la scossa fu ondulatoria, con direzione NE-SW. All' Osservatorio un orologio si arrestò; e per la sua posizione conferma questa direzione da me data, o almeno esclude assolutamente la direzione N-S.

» Appena mi fui accorto del terremoto ed ebbi guardato il mio orologio da tavolo, cominciai a contare le battute del mio polso, onde avere un criterio esatto sul tempo che avrebbe durato la scossa. Ho contato 17 battute; e fatto il debito rapporto, conchiusi che la scossa ebbe a durare 10ˢ all' incirca.

» Varie persone affermano di aver sentito il rombo precedere la scossa.

» Io osservai il terremoto colla massima attenzione, e non mi accorsi punto di qualche tregua.

» L' intensità non fu affatto piccola, giacchè tutti i mobili scricchiolavano. Un grosso volume, che si trovava in bilico sull' orlo del tavolo, cadde sul pavimento. Se io dovessi segnare una curva la quale rappresentasse l' andamento dell' intensità della scossa, parmi ne risulterebbe nettamente una parabola. Varie persone affermano che in più case per la scossa sonarono i campanelli.

» Anche a Montagnano moltissime persone furono svegliate dalla scossa; e poco dopo sentirono sonare il tocco. »

Terremoti prossimi. « Alcune persone colle quali ho parlato asseriscono d' essere state svegliate alle ore 3 ant. circa del giorno 18 da una nuova scossa, d' intensità però assai minore della prima. Questa stessa cosa udii ripetere ieri (25 marzo) in un paese che dista 25 miglia da Padova. Qui in Padova nè io nè altri sentimmo questa ripetizione. Su ciò volli prendere informazione anche

all' ospedale; ma solo i più gravi ammalati erano rimasti svegli, e questi non erano in grado di fare la detta osservazione. »

Parma (P. Cantoni).

Tutto semplicemente come al quadro generale.

Pavia (G. Cantoni).

« Lo scotimento fu avvertito da qualche persona in Pavia, ma fu così debole che il sismometro Cavalleri dell' Università non lo registrò. »

Pennabilli (G. B. Bocchi).

« A Pennabilli non si sentì romba; ma più basso, sulla Marecchia, dov' è un mulino per le polveri, la romba fu intesa, e si fece sentire prima delle scosse. Il capo del mulino al sentire quell' insolito e profondo rumore dubitò di un incendio delle polveri. Si alzò dal letto: aprì la finestra per osservare, e solo quando fu alla finestra sentì le oscillazioni del terremoto. »

Per la forza è detto che fu molto sensibile.

Fenomeni fisiologici. « Il 18, in casa di un mio amico, che poi mi fece questo racconto, dovevano nascere certi pulcini di gallinacci. Venuto il terremoto, la serva predisse che non sarebbero nati, fondandosi sulla esperienza che diceva di avere. Di 20, soli due nacquero. Gli altri furono trovati morti nelle uova, benchè ottimamente sviluppati e forniti di penne. Li aveva uccisi il terremoto! »

Penne (*Corrispondenza del* P. Bertelli).

Semplici indicazioni come al quadro.

Perugia (G. Bellucci).

« L' ora 12.55 è approssimativa. Il telegrafo era chiuso, e alla ferrovia non si badò al fenomeno. Io non l' avvertii. I confronti fatti poi della maggior parte degli orologi con quello del telegrafo porterebbero ore 12.55. Altri insistono per ore 12.53; ma io direi di stare alla prima.

» Ebbe principio con rapidi movimenti succussorii, seguiti da 5 o 6 oscillazioni orizzontali, due delle quali, la terza e la quarta, più gagliarde delle altre. Non fu notato che vi fosse qualche tregua.

» Il pendolo ha lasciato una traccia che fa supporre una direzione duplice; certo è però che le ultime oscillazioni si vedevano distintissime per NNW-SSE. In questa direzione la lunghezza della traccia era di 12 millimetri.

» Ma l' ellisse, in una direzione vicina a NE-SW, offriva due allungamenti, come se contemporaneamente due pendoli con *pari ampiezza di oscillazione* si fossero mossi nelle due direzioni descritte. »

Il prof. Bellucci volle che io stesso interpretassi le tracce sismografiche di cui mi inviò il disegno. Può dirsi, a mio giudizio, che forse il pendolo siasi mosso prima per NE-SW, e poi sia avvenuto un piegamento dei moti verso NW. Ma la prima direzione non poteva porla come certa nel quadro generale.

Forza. Sonò qualche campanello sul finire della scossa. Quindi forse il grado 5.

Trevi e Campello sul Clitumno, luoghi scossi altre volte con particolare energia e frequenza, non avvertirono nulla.

Terremoti prossimi. Giorno 7 marzo: ore 12.0 circa, notte. Due leggerissime scosse sentite da pochissimi.

Giorno 7 marzo: ore 8.45 ant. Altra scossa 9.24 ant. Questa scossa fu sentita anche dal Bellucci. Egli ed altri sentirono insieme anche una romba cupa prolungata, che durò circa 50s.

Giorno 18 marzo: ore 4.0 ant. circa. Altre leggiere e brevissime ondulazioni 9.50 ant.

Giorno 23 marzo: A Campello a ore 9.15 fu avvertita una leggiera scossa. Questa notizia ebbe il prof. Bellucci dal sindaco di quel paese.

Pesaro (L. Guidi).

Ecco la notizia che gentilmente mi favoriva il prof. Guidi l' istesso giorno 18, notizia che dette pure al P. Denza (*Il Conte Cavour,* 23 marzo).

Direzione e moto. « Violenta scossa di terremoto costituita di 3

ondulazioni in direzione NNW-SSE e di una quarta più leggiera, ma formante un certo angolo con la direzione primitiva, onde parve a molti, ed a me pure, essere vorticosa. La scossa dev'essere stata anche sussultoria, perchè la punta del pendolo si era affondata nella cenere più che non avrebbe dovuto: io era desto ed in letto, che trovavasi orientato da SSE a NNW, e non me ne sono avveduto: però molti lo assicurano. Quello che è indubitato si è che la scossa nella direzione prossimamente SW-NE che ho sentita benissimo, quantunque meno violenta dell'altra nella direzione SE-NW, è confermata da quella specie di torsione che hanno subito i muri maestri, e che è messa in evidenza dalle loro screpolature.

« L'onda sembra essere venuta da SSE, essendosi nel sismometro Ragona trovato il mercurio nel vasetto NNW, e la punta del Cavalleri avendo segnata l'ellissoide eccentrica dal lato di SSE. Dall'W all'E, diametro massimo della ellisse tracciata, millimetri 19: minimo millimetri 7. »

Stato atmosferico. « Aria calma. Barometro leggermente calante. Vento NNE debolissimo. Aria caliginosa. »

Magnetismo. « Magneti tranquilli. Asceso da qualche giorno l'inclinometro. Alle ore 7 il bifilare agitato. »

Tromosismometro. « Agitato nella direzione NE-SW, N-S fino dal 15, con massimo il 17 a ore 7. »

Romba. « Forte rombo interrotto. Un tale giustamente lo rassomigliava al ruggito di una bestia che urtasse alle porte e alle finestre per entrare. »

Provenienza della scossa. « La scossa sembrava venuta dal mare. Infatti alcuni pescatori di calcinelli, lungo la spiaggia, assicurano che prima di sentire il fracasso grandissimo che il terremoto ha prodotto in città, hanno inteso traballare il terreno e hanno visto il mare alzarsi con due ondate in modo da bagnarli sino alla cintura. Il luogo su cui essi erano distava dalla città appena 300 metri, sicchè il ritardo dell'udire il rumore, a mio avviso, non si spiegherebbe solo colla distanza che il suono doveva percorrere. Però le barche pescherecce che erano negli *aspreti*, valle ove si depositano le fanghiglie dei nostri fiumi, lontano dalla spiaggia 50-60

chilometri, dicono di non avere inteso nulla, salvo come un colpo di vento. »

Anche da altre relazioni mi risulta che in mezzo all' Adriatico la scossa o fu nulla, o quasi insensibile. L' analisi generale e altre considerazioni ci additeranno il giudizio da fare sugli altri fatti.

Forza a Pesaro e paesi circostanti. « I cercatori di calcinelli, di cui le ho parlato, raccontano di avere udito dal lato della città un rumore tale, che la credettero distrutta: e n' erano più sgomentati che della caduta di gran numero di massi del monte Ardisio, da cui si trovavano poco discosti. Aggiungo meritare speciale osservazione i danni rilevanti succeduti a Farneto, dove caddero tre case: a monte Santa Maria, dove chiesa e presbiterio furono sommamente malmenati: mentre Mombaroccio, Sant' Angelo, Montelabate, che precedono quei due luoghi nella direzione delle scosse SSE-NNW, NE-SW, risentirono la commozione molto meno violenta. »

Fenomeni fisiologici. Riporto qui appresso una bella serie di fatti diligentemente raccolti dal mio egregio e chiaro amico il medico Paolo Ferri:

« Primi ad accorgersi del terremoto furono i cani, i giumenti, i cavalli, i polli e gli augelli. I cavalli dei lancieri qui di stazione e quelli dei carabinieri, pochi momenti prima della scossa, si alzarono dalla terra ov' erano sdraiati, e tutti rivolti colla testa verso la porta della scuderia, a orecchie diritte, tiravano le catene, calpestavano, nitrivano, sbuffavano. Accorrono le guardie, ma pochi secondi erano corsi che il tremore della terra avvertì tutti di che si trattasse. Sul momento i cavalli si fermano, e ricominciano a inquietarsi appena cessato il terremoto. Non fu che a forza di carezze che infine si poterono acquietare. Gli asini poco prima della scossa si misero a ragliare o, meglio, si lamentavano tanto tristamente da muovere a compassione. Un colono di Montecchio mi raccontava che il lamento dell' asino aveva impaurito la sua famiglia più del terremoto stesso. Le vacche coi vitelli si alzarono come spinte da una forza segreta poco prima della scossa. In due case coloniche, una posta di fronte all' altra, divise dal fiume Foglia, i buoi tanto si agitavano, che non si trovava modo di tranquillizzarli. In una di queste (colonia Aiuti), su quel di Pozzo, si

sciolsero dalle loro corde, e furibondi si slanciarono alla porta della stalla, ove trovarono il malcapitato bovaro, che per avere tentato di fermarli fu tutto massacrato. In altre colonie queste povere bestie pure muggivano, tremavano, allungavano il muso, guardavano attorno. Per abbonirli si dette a loro da bere e da mangiare: in altro modo non si poterono tranquillizzare. In città, via Gargattoli, due uccelli nella loro gabbia, prima e dopo il terremoto, si sbattevano e incessantemente schiamazzavano. Sul San Pietrano i polli e qualche gallinaccio di due colonie, trovato modo di uscire, fuggirono spaventati pei campi senza direzione alcuna: e con gran fatica, a forza di adescarli, si poterono a stento ricondurre in casa. In un'altra casa in città, situata sul Corso, le galline prima e poi fecero tanto chiasso da far ritenere ai padroni che il pollaio fosse al tutto rovinato. Un cavallo da sella del dottore Frigerio per tre giorni stette quasi senza mangiare. Un grosso cane di un ortolano tanto si lamentava che faceva pietà. Il gatto di casa mia tutta la sera fu insolitamente agitatissimo, saltava, giocava, spennacchiò un paio di tortorelle antiche sue conoscenti si rotolava in modo insolito: aveva pelo irto, coda diritta, occhi di fuoco e scintillanti, e si mostrò in tutto tanto sinistro e stravagante che mia moglie, che me lo raccontò la sera stessa, volle farlo cacciare dalle camere. Altro gatto di una casa del Corso fin dalle ore prime di notte si mostrò agitatissimo, correva dal cortile alle camere, stranamente miagolava, ed ognuno di casa si domandava cosa avesse mai quella sera. Mi è pure sembrato che le bestie si agitassero più in quei luoghi ove il terremoto si è fatto sentire maggiormente. Se tanto fu per li bruti, lascio pensare cosa sia stato per gli uomini. Qualcuno pretende avere visto la vampa luminosa. Un bambino figlio di un militare, già ammalato di encefalite, in quella sera stette più del solito agitato, da far temere al padre una esacerbazione del male. Altro bambino pochi secondi prima dello scoppio chiama la madre e grida: *ho paura, ho paura:* la madre che si era alzata sul letto, perchè si sentiva una strettezza alla gola ed al petto, e credeva avere dimenticato nella camera lo scaldaletto, procura acquietarlo; ma in questo mentre il terremoto preceduto da un forte rumore l' avvisa di che si tratta.

» Al manicomio pare che nei giorni antecedenti i ricoverati si mostrassero un poco agitati, ma durante il fenomeno nulla avvertirono ed appena ebbero paura. Fece però capire di averlo avvertito e di averne avuto anche timore un sordo-muto. Altrettanto mi fu assicurato di altro sordo-muto, che abita al Porto.

» In questi giorni più d' una volta ho domandato a me stesso quale causa potesse mai produrre tanti strani e svariati fenomeni. Ho visto buoi, cavalli, cani, maiali, asini, polli ed uccelli, viaggiare per mare con bonaccia e burrasca, senza che sia mai avvenuto quello che suole a queste bestie accadere in ogni terremoto. Si vedono pure viaggiare in ferrovia, senza che si sia rimarcato mai niente di simile.

» Nessun marinaio che abbia arrischiato la vita ha mai provato questo. Gente precipitata dall' alto, feriti gravissimi operati con pericolo di morte, condannati a morte dopo la sentenza, da me curati, non duravano a tremare tanto, non mostravano avere tanto sbigottimento e soffrire tanto generale disturbo, quanto quelli che hanno sentito un forte terremoto. Mi faceva un mio collega osservare che per paura le donne abortiscono e sentono danni meno facilmente che pel terremoto. Quello che è capace di produrre il terremoto non lo arrecano le altre disgrazie, compariscano pure accompagnate dalla morte.

» Io ritengo tutto questo sia fattura, anzi che dell' elettricità, piuttosto del magnetismo universale, che suole precedere ed accompagnare simili fenomeni, il quale operando sugli organismi, e più addentro di qualunque altro agente, perturba in tutti egualmente le correnti elettro-fisiologiche; produce, in chi ne è suscettibile, quei fenomeni sensibili che ognuno conosce, e di cui in quest' ultimo terremoto abbiamo visto tanti esempi.

» Fin qui non ho potuto parlare che di malanni arrecati dal terremoto del 17 al 18 marzo, che, se non sono quelli sofferti a Roma nel 1703 e descrittici dal gran Baglivi, certo anche a Pesaro non furono piccoli, almeno per quanto io ne so. Leggo però che in ogni tempo non è stato così, imperocchè dopo il celebre terremoto di Camerino avvenuto il 28 luglio 1799 la popolazione godè buona salute e si verificarono guarigioni che sembrano miracoli ed

incredibili, se non fossero scritte dal protomedico Mareschini, che ha lasciato una riputazione proverbiale, che anche oggi gli sopravvive. »

Non entro a discutere le opinioni del Ferri. Ho voluto solo riportare quasi per intero la sua relazione, per registrare tanti fatti molto significanti, e per dargli prova della mia stima e invariabile amicizia.

Pesaro (A. Mazzoli).

« Avevo il lume acceso, e guardai subito l' orologio. »

Da queste parole del Mazzoli argomento che la sua ora deve essere assai buona.

Direzione. « Posso asserire, quasi senza tema di errare, che i movimenti furono per NW-SE. Il mio letto, che tiene per il lungo la direzione NE-SW, barcollava decisamente dalla sponda destra alla sinistra.

« Una persona ben colta, senza che io le manifestassi la direzione da me notata, mi diceva che il suo letto giace per il lungo nella direzione NW-SE, e batteva colla cima al muro a cui si appoggiava. Resta però confermato che gli scotimenti, almeno quelli del primo periodo, furono nella direzione NW-SE. »

Moto. « Nel primo periodo scotimenti ondulatorii. Quanto ai più forti del secondo periodo, parecchie persone mi hanno confermato che furono in gran parte sussultorii, ed avvi chi crede avere avvertito, come parve anche a me, che ve ne fosse qualcuno come vorticoso. »

Forza. « Gli effetti meccanici qui osservati furono: 1.° suono quasi generale dei campanelli; 2.° caduta di molti camini; 3.° frequenti screpolature nello scialbo dei muri; 4.° fenditure dei muri non molto grandi e non poche. »

Doppia scossa nei maggiori terremoti.

Il sig. prof. Mazzoli aggiungeva una considerazione generale, che ha vero valore scentifico, intorno alla duplicità delle scosse. La riporto nei suoi termini:

« Nei grandi terremoti da me sentiti, e molti ne ho sentiti nel corso di oltre 73 anni, io ho avvertito sempre o quasi sempre che vi sono due periodi o serie di scotimenti. Il primo, che suole du-

rare 3 o 4 secondi, consiste in movimenti oscillatorii più o meno forti, ma che vanno gradatamente crescendo: quando poi questi accennano a momentanea sosta e a decrescimento, sopravvengono quasi d' un tratto gli scotimenti violentissimi e vari del secondo periodo, i quali durano ordinariamente un tempo più lungo, e dopo avere raggiunta la massima forza vanno decrescendo e finiscono anche essi con oscillazioni. Tale è stato anche il terremoto del 18 marzo. Se molti non avessero inteso i moti oscillatorii del primo periodo, perchè dormivano, cotali moti però non mancarono e furono sensibilissimi. Al contrario i terremoti meno forti e ordinariamente più brevi, pare che consistano soltanto negli scotimenti del primo periodo, del quale eguagliano la durata, o di poco l' oltrepassano. Uno di questi è accaduto nell' ultimo inverno, due o tre mesi prima di quelli del marzo, a notte molto avanzata; ma qui non è stato avvertito che da un piccolissimo numero di persone, tra le quali sono io pure; nè posso averne alcun dubbio, perchè il barcollamento del mio letto fu assai pronunciato, sensibilissimo e continuo. »

Fenomeni fisiologici. « Reco a sua cognizione un fatto, che mi è stato riferito da persona colta che l' ha osservato. Questi tiene nella sua camera due passeri liberi, e due cardellini chiusi in una stessa gabbia piuttosto grande.

» Due o tre minuti prima del terremoto intese che uno dei cardellini mise uno strido, poi si accorse che i due passeri avevano abbandonato all' oscuro la scansia dei libri, sopra la quale dormono, per gettarsi l' uno accanto il suo letto, l' altro in un angolo della stanza. Quindi udì un nuovo strido dei cardellini, e finalmente sentì starnazzare, come spaventati, sì gli uni come gli altri. Si mise allora in gran sospetto e timore di terremoto, che infatti non tardò guari a sopraggiungere e a cagionargli grande spavento, perciocchè i muri delle sue camere andarono soggetti tutti quanti a fenditure. Il fatto degli animali è conosciuto da gran tempo, ma importa che sia notato, come quello che può indicare, o piuttosto indica assolutamente, che i tremuoti sono accompagnati sempre o quasi sempre da perturbazioni elettriche. »

Pesaro (G. Vanzolini).

Il Vanzolini, egregio letterato Pesarese, mi descrisse il fenomeno con tratti così giusti e vivaci, che meritano di essere registrati, come quelli che rappresentano il fenomeno nella sua immediata manifestazione. E ben sarebbe desiderabile che ogni fenomeno naturale trovasse bravi letterati che ne facessero viva ed esatta descrizione.

Ora e rombo. « . . . Sappiate che là verso un 50 o 55 minuti dopo la mezzanotte di quel dì famoso, io me ne stava desto nel mio letto, facendo, come suol dirsi, castelli in aria, e saltando colla mente di palo in frasca, quando un rombo o soffio simile a quello di una gran caldaia a vapore, allorchè le si dà la stura, mi percosse gli orecchi. Ma perchè la mia camera da letto è volta a NE e quindi al mare, così attribuendo quel rumore al mormorare delle onde, che di quivi si odono come se si fosse sulla spiaggia in cui rompono, non me ne diedi per inteso. »

Moto. « A quel suono però tenne subito dietro un ondeggiare del letto, in prima lene lene, come fa la gentile mano d' una madre allorchè vuole addormire, cullandolo, il suo bambino, ma poi crescente a segno che io non ho inteso giammai terremoto a quello somigliante.... quella musica salì a un *crescendo* non trovato neppure dal Rossini nel *Guglielmo Tell*.... Sentivo andare la casa a ondate, come una nave in burrasca. »

Forza e danni. « La mattina seppi di molti guasti fatti a molte case della città, e vidi io stesso un pezzo di tettoia del secondo cortile del palazzo Macchirelli caduto a terra, e così un altro bel tratto sopra il portone dell' ospizio delle pupille Ricci, e poi il cupolino della Madonna de' Servi, ed altri comignoli e fumaioli, non che moltissime crepacce ai muri esterni ed interni di molte case. Anche il palazzo già Santinelli, poi Antaldi, ora Meli, ha molto sofferto dalla scossa, e ci lavorano i muratori da parecchi giorni, e così la chiesa dei PP. Cappuccini. I seminaristi fuggirono tutti sulle prossime mura del Vescovo. Moltissima gente uscì spaventata dalle case, spargendosi quai per i pubblici passeggi, quai per le piazze. Tremarono tutti insomma, chi più chi meno, non esclusa

la sentinella che passeggiava sugli spalti della già fortezza Costanza, ora pubbliche carceri, la quale vedendo la città andare come sossopra, e sentendo le urla infernali dei carcerati che domandavano fieramente di volere uscire, non morì e non rimase viva. Quel terribile spettacolo di vedere da un luogo alto tutta la città barcollare, non lo ebbe a sostenere infatti che quel povero soldato.

» Una tale mi raccontò ora, che essendo al momento del terremoto con una sua compagna a lavorare al tavolino in lavori donneschi, vide dalla scossa sbalzare fuori il tubo di cristallo del lume che le ardeva dinanzi, e la porta della camera uscire dai gangheri senza tornarci, e sentì il rombo simile a quello del vapore, allorchè arriva alla stazione, e l' aria lampeggiare, e sul soffitto i sorci fare più diavolerio del solito. »

Fenomeni fisiologici e lampo. « Mia figlia poi mi narrò la mattina che essa aveva sentito prima del rombo ululare alcuni cani. E il figlio di un mio nolante disse a mia figlia di aver nella camera sua visto come un lampo di luce prima dello scoppio del terremoto, giacchè non aveva la sera chiusi gli scuri alla finestra. Questo balenare io non l' ho visto, perchè ho l' uso di tenere la notte chiusi gli occhi, ancorchè non dorma; ma anche da altri m' è stato riferito d' averlo essi veduto. »

Pola (R. Müller).

Ecco la lettera gentilissima favoritami dal sig. Müller (direttore dell' Istituto Idrografico della Marina di guerra), la quale contiene dati di altissima importanza.

« Intorno al terremoto accaduto la notte del 17 al 18 marzo prossimo passato, sono in istato di farle solamente le seguenti comunicazioni ordinate secondo le dimande della sua circolare.

(N.° 1) *L' ora precisa* della scossa fu a ore 12.57 t. m. di Pola (Certezza al più di $\pm$ 1^m).

(N.° 3) *La direzione:* da SE a NW.

(N.° 4) *La durata* delle scosse susseguenti, per quanto mi fu riferito, fu di 8 a 10 secondi. (Io dormiva di un sonno profondo.) I moti furono ondulatorii-sussultorii.

(N.° 5) Le scosse tutte vennero da SE. Ciò risulta anche dalla

circostanza che si fermò un mio orologio a pendolo, il quale è attaccato ad un muro diretto (rivolto?) da SE a NW; mentre altri simili orologi non si fermarono. Debbo però aggiungere che alcuni di questi ultimi pure si trovano appesi in direzione eguale.

(N.° 6) *Forza.* Si sentirono muoversi i tavoli, i letti, ecc. In casa di un mio amico si rovesciò un vaso di vetro (cilindro ad uso di areometro). Campanelli sonarono, ecc.

(N.° 7) *Romba* non vi fu.

(N.° 9) *Stato atmosferico.* Il vento per tutta la notte fu da E debole, e la sua velocità di 6 chilometri all' ora. Il cielo sereno la sera, semicoperto (5) la mattina. La pressione barometrica (barografo) diminuì lentamente e regolarmente durante la notte dalle 9 ore (761^{mm}, 8) sino alle 4 ore di mattina. A 1 ora la pressione barometrica era di 761^{mm}, 7. Del pari la temperatura ebbe una regolare diminuzione.

9 ore sera: + 3°, 7
1 ora antim. + 1, 0
7 ore antim. + 2, 0

Magnetismo. Alle ore 11.13 ant. del 17 si osservò nell' osservatorio magnetico dell' istituto idrografico la declinazione magnetica di 11° 4', 5, cioè un valore niente affatto straordinario, e non è aggiunta alcuna annotazione che dimostri perturbazioni magnetiche.

Estensione del terremoto. Rilevo dai rapporti degli osservatorii meteorologici che il medesimo terremoto venne pure osservato in tutta l'Istria e Dalmazia, a Trieste ed in Gorizia. In Gorizia l'urto non fu lieve: molte persone furono svegliate dal sonno.

Pontetetto (P. Milanesi).

Posizione del detto paese. Il sig. Pietro Milanesi mi scrive: « Pontetetto si trova al S, con leggiera inclinazione all' W, e alla distanza di soli metri 1550 da Lucca. Perciò avrà una latitudine e longitudine di qualche secondo minore di questa città, che ha latitudine 43°. 50'. 49" e long. 8°. 10'. 26". »

Relazione. « Un giovane che stava scrivendo in una stanza prospiciente il sud, in un casamento quasi isolato, sentì una scossa on-

dulatoria non lieve, diretta da NNW a SSE, della durata di 3 a 4^s, tra le 12 3/4 e 1 ora. L'orologio del giovane era regolato con quello della torre dell'orologio comunale di Lucca, e questo segna il tempo medio di Roma. Un orologiaio è appositamente incaricato dal comune di registrare giornalmente l'orologio della torre col t. m. di Roma, valendosi del meridiano di Lucca e delle tavole d'equazione. »

Pordenone (*Osservatorio*).

Il direttore dell'osservatorio non sentì il terremoto e non ha sismografo: ebbe da altri la notizia seguente:

« Nella notte 17-18 si fece sentire a 1 ora circa una scossa di poca durata, ma abbastanza intensa. »

Porretta (D. LORENZINI).

Variazione di livello del famoso pozzo. Il Lorenzini mi scrisse: « Anche nell'occasione del piccolissimo terremoto della notte 17-18 marzo, il pozzo presentò un abbassamento di 25 millimetri. »

Portico (*Corrispondenza del* P. BERTELLI).

Ora data: 12.45 t. v.

« Scossa alquanto forte, ma minore di altre di quest'anno. »

Porto San Giorgio (BROGLIO).

Il sig. Agolini Ugolini mi comunicò subito dopo il terremoto le notizie di questa stazione, a lui scritte dal capo della stazione della ferrovia a Porto San Giorgio.

« Io era malato in letto, e sentii una scossa vigorosa. Ma i facchini tutti della stazione e gli impiegati che erano di servizio nulla sentirono: e quasi non prestavano fede alla dimanda che io mossi loro il mattino. Nel paese quelli che abitano in alto furono svegliati, ma non quelli che erano ai piani inferiori. »

Per il resto, come nel quadro.

Ravenna (P. CORRADI).

« L'orologio della stazione, osservato subito dall'uomo di guardia, dette l'ora che fu pur quella registrata da me e da molti altri.

» Io era desto e potei notar bene tutte le fasi del fenomeno. In prima fu ondulatorio, poi per un istante, poco dopo cominciato, fu sussultorio, e quindi di nuovo ondulatorio. Vi fu una buona sosta, seguita da più violento scotimento. »

Direzione. Il prof. Corradi mi ha data la direzione unica SW-NE nella circolare.

Romba. « Non avvertii alcun rombo precursore; ma ben avvertii il rumore sordo che l' accompagnava, paragonabile a quello di un convoglio ferroviario prossimo ad arrestarsi. » Nel giornale *Il Ravennate* è detto: « Un sordo rombo proveniente da sud e scorrente verso l' est annunciò la forte scossa. »

Forza. Dal giornale *Il Ravennate* del 18 marzo. « Alcune griglie lasciate aperte, alcune porte socchiuse sbatacchiarono, i campanelli sonarono: alcuni quadri appesi alle pareti si staccarono: fu un momento terribile. Molti camini caduti: alcuni muri, specialmente in una casa in Palserrato, crepati. Nessuna disgrazia grave: solo qualche ferita per caduta di tegoli sulla testa. Al quartiere dove alloggia la truppa, forte scroscio delle travature dei tetti, che, atteso il cattivo stato di quella fabbrica, produsse grande apprensione. » (Si merita, a quanto pare, il grado 7.)

Terremoti prossimi. Dal giornale *Il Ravennate* del 18 marzo: « Verso le ore 11 3/4 di questa notte fu avvertita una leggiera scossa in senso ondulatorio. »

Rimini (Correggiari, Meneghelli *ed altri*).

Parecchie relazioni mi scrissero da Rimini egregi e dotti amici. Esse tutte si trovano ben d' accordo fra loro e racchiudono notizie di molta importanza. Così la presente nota è venuta più estesa delle altre. Ma di ciò niuno vorrà dolersi, anzi piuttosto avranno tutti a rallegrarsi come di un buon esempio che si dà agli altri paesi, che ancora non hanno cominciato i propri studi sismologici, e dopo passata la paura di un terremoto non ci pensano più, come se si trattasse di un ospite molto lontano che non si farà più rivedere, e non piuttosto di un nemico domestico. E io misi in questa nota anche più premura, perchè si tratta della patria mia, terribilmente danneggiata da questo terremoto.

Ora data: 12.55 t. m. Roma.

« Gli orologi della stazione si sono fermati a quest' ora. »

Io adotto come vera e certa quest' ora, perchè concordemente data dai più attenti e capaci osservatori. Ma per le considerazioni che seguono debbo pure accennare come dubbia l' ora 12.54 e l' ora 12.53 1/2. Infatti taluno ha scritto che l' orologio della piazza G. Cesare si fermò a 12.55 t. m. Roma, e che, dopo esser stato rimesso il 15 marzo, faceva, come al solito, la variazione che corrisponde alle differenze successive dell' equazione del tempo. Ora l' equazione

il 15 era $9^m. 9^s$
il 18 era $8^m. 8^s$

Pare dunque che l' ora corretta potesse essere 12.54.

Altri ancora ha scritto che si fermò l' orologio della piazza della Fontana a 12.54, e che la sera era stato regolato col tempo della ferrovia. Ma poichè da un mezzodì all' altro avanzava in quei giorni di $2^m.30^s$, si potrebbe supporre che l' ora sua corretta fosse 12.53 1/2. Però queste ore ottenute così artificiosamente hanno poco valore.

Direzione principale. I moti più gagliardi tennero prossimamente la direzione ENE-WSW. Così deduco dalle indicazioni del signor Correggiari. Questa direzione, non dedotta dalle tracce di un sismografo ma dalle sensazioni delle persone, e dai moti e dalla caduta di vari oggetti, bisogna naturalmente pigliarla in senso assai lato. Quindi avendo riguardo a molte altre relazioni e a molti effetti meccanici che mi vennero riferiti, non ho avuto difficoltà di riguardare la direzione WSW come identica con quella di SW, la quale ho segnata nel quadro, perchè quasi media fra molte.

L' andamento per NE-SW è chiaramente dimostrato dalle seguenti note comunicatemi dal professore Meneghelli.

« La chiesa di Sant' Agostino e dei Servi ed altre, che hanno l' asse di loro maggior lunghezza nella direzione NW-SE furono maggiormente danneggiate. Anzi si può fissare in modo preciso che maggiormente sentirono i dannosi effetti del terremoto quelle stanze, l' impalcatura delle quali aveva prossimamente i travi di-

retti da NE a SW. Dove l' orditura delle travi era in senso opposto, i danni furono leggerissimi.

» L' arco d' Augusto, che in altra epoca per un simile fenomeno diede delle crinature tali da accennare che anche allora l' interno scotimento doveva essere avvenuto come ora da monte a mare (SW-NE), questa volta si commosse così che una delle antiche crinature fu chiusa.

» Gli orologi orientati in senso parallelo alla spiaggia si fermarono; ma non gli altri. Così avvenne alla Cassa di risparmio, al Banco di sconto e in altri luoghi.

» In via Gambalunga, nel giardino del notaio Casaretto, si trova un muro quasi pericolante diretto da monte a mare. Questo muro non sofferse nulla: invece lì appresso rovinarono affatto l' uno appresso l' altro due ottimi muri paralleli al lido. Nel giardino del sig. Francolini avvennero effetti eguali. »

Le stesse cose vengono confermate dalla seguente lettera dell' avv. Bonini.

« Ho potuto osservare che furono scossi maggiormente i fabbricati paralleli al mare, come il palazzo Gioia (una gran parte del cornicione di questo palazzo cadde verso SW), quello della Cassa di risparmio (rinnovato dopo il terremoto del 1786), il palazzo Valloni, l' albergo dell' Aquila d' Oro, il Seminario, il palazzo di Vincenzo Contessi, quello degli eredi di Gregorio Panzini, la chiesa dei Servi, il Duomo, le chiese di San Simone, della Colonnella, dei Teatini. Quest' ultima era pure stata rovinata dal terremoto del 1672 ed era stata rinnovata dopo quello del 1786.

» I vôlti delle chiese di San Simone, dei Servi, di San Giuliano furono gravemente danneggiati: tali chiese, come ho detto, sono parallele al mare, cioè colla loro lunghezza per NW-SE. »

Altri fatti comprovanti il forte oscillare per NE-SW e la provenienza da SW di tal sorta di movimenti, li osservai da me stesso in una visita che feci alla mia patria, e li cito nell' articolo seguente, specialmente sotto la lettera *d*.

Queste note dei signori Meneghelli e Bonini, oltre confermare la primaria direzione dei moti più violenti, dimostrano pur chiaramente che i maggiori terremoti che in antico percossero Rimini

ebbero la stessa provenienza dell' ultimo. Su questo argomento si sono ricercate antiche notizie, che spero di esporre in altra circostanza.

Altra direzione dei moti per SE-NW. Fra le varie note inviatemi dal prof. Meneghelli, vi è la seguente di gran valore:

« Nel gabinetto fisico di queste scuole, l' apparato di sette specchi, che serve per la sintesi della luce, stava posto dietro una cassetta contenente un microscopio: la cassetta a N, e quell' apparato a S. Ora quest' ultimo lo trovai, non appoggiato alla cassetta, ma disteso al di sopra della medesima, rovesciato verso N. Parecchi tubi di Geissler, sostenuti da piccola base di legno, stavano vicini a quell' istrumento di ottica: questi pure si trovarono caduti, ma verso SW, e precisamente in modo da farmi comprendere che *dev' essere accaduta prima la caduta di questi ultimi, e poi il salto del primo.* Trovai steso nel fondo dell' armadio anche l' ovo elettrico, e precisamente verso N. »

Oggi che, terminati gli studi generali, trascrivo queste note, resto sorpreso di trovare in esse perfettamente scolpiti i fatti, che solo dopo lunghi e faticosi studi potei determinare. Questa osservazione del Meneghelli viene in sostanza a stabilire:

a) il primo moto fu per SW-NE:

b) un secondo sopravvenne verso N.

Io non aveva in tutte le relazioni Riminesi altro indizio dei moti verso N; e perciò stava dubbiosissimo di ammetterli come un fatto generale; imperocchè ben si sa che in uno stesso palazzo spesso nascono componenti e deviazioni di moto al tutto diverse dai movimenti primi ed immediati del terreno. Per asserire dunque che in Rimini, oltre le note e più gagliarde oscillazioni da monte a mare, vi furono altre oscillazioni incrociate e perpendicolari colle medesime, bisognava potersi fondare sopra un buon numero di osservazioni. Una sola non diceva nulla. Ma io trovava evidenti i moti di SE nel Pesarese e nel Forlivese, e moti così potenti che non potevo riguardarli come semplici effetti dei movimenti già scoperti e ben determinati in tutte le altre parti d' Italia. Quindi la certezza che gli stessi moti per SE-NW dovevano essere stati molto potenti e generali nel Riminese, benchè poco avvertiti.

Formato questo concetto, e viste le gravi conseguenze che ne venivano, come già esposi nella mia Memoria, non credetti di poterlo assolutamente abbracciare senza il fondamento di osservazioni dirette. Perciò mi decisi di andare da me stesso a visitare le città più danneggiate della spiaggia, per riscontrare se veramente vi erano manifesti segni di violente commozioni nel senso di SE-NW. Alla violenza di queste, più che alle onde derivate da SW e ivi giunte 3^m dopo che erano partite dall'Appennino, avrei quindi potuto attribuire il maggior sconquasso delle città littorali.

Qui debbo dire come a Rimini trovai perfette conferme al mio sospetto.

a) Nella chiesa dei Teatini, sempre molto danneggiata in tutti gli antichi terremoti, trovai due larghe e spaventevoli fessure nella fiancata che rimane a sinistra di chi entra nella chiesa: quelle fessure sono quasi verticali, e percorrono quel muro laterale in tutta la sua altezza. Dunque la facciata, che è volta precisamente a NW, fece larghe oscillazioni per SE-NW. Un altro cretto verticale nel fianco destro, ed uno pure nel vôlto manifestano apertamente l'istesso genere di oscillazioni. Intanto la stessa chiesa ebbe gagliarde scosse anche da monte a mare, come si argomenta dall'essere caduto verso SW sulla strada un grosso cornicione.

b) Delle fessure dell' istesso genere si vedono per le grandi scale del palazzo comunale, e nell' ufficio del segretario comunale.

c) Al palazzo Gioja, sull' angolo della piazza della Fontana, due grandiosi cornicioni, disposti in direzioni fra loro perpendicolari, sono precipitati nella strada, uno verso SW, l'altro verso NW. Qui l'effetto nelle due direzioni incrociate si mostra quasi identico: e ben se ne può concludere che il moto per SE-NW dovette forse essere pari all' altro. Anche al palazzo Soleri un cornicione si distaccò cadendo verso NW.

d) Nella cattedrale avvenne una singolare rottura di alcune lastre di marmo, che graziosamente intagliate adornano i nuovi magnifici finestroni a vetri figurati nella cappella della Madonna detta *Dell' Acqua*, e precisamente in quello dov' è la figura del David. Coteste rotture, avvenute dall'alto in basso con piccola inclinazione all'orizzonte, dimostrano come probabilmente la vicina

facciata, volta a NW, fece qualche sforzo per oscillare indipendente nel verso SE-NW. Ma più larghe e sentite furono nella detta cattedrale le oscillazioni da SW, come si argomenta dalla lunga apertura che apparve al mattino in tutta la linea (diretta per SE-NW) che segna il culmine del tetto, dalla qual linea, credo io, furono i coppi rigettati da parte, come in molte altre fabbriche fu ben verificato. Così in una caserma attigua alla cattedrale tutti i coppi collocati sul culmine del tetto saltarono via qua e là, ma specialmente saltarono verso SW. Ciò mi fu fatto osservare dal fotografo Vincenzo Contessi, che fece questa osservazione da una finestra della sua casa. Nella stessa cattedrale la cappella detta *D' Isotta* ebbe il vôlto squarciato per gran parte della sua lunghezza con fessura parallela al mare, cioè per oscillazione del fianco verso NE-SW.

e) Più parlante è una rottura avvenuta in una grossa sbarra di ferro che forma la corda di un arco nel cortile contornato di logge adiacente alla chiesa, a sinistra di chi entra per la porta maggiore. Quella sbarra era diretta da SE a NW, e si ruppe nel mezzo.

L' avv. Bonini mi aveva già scritto di un fatto somigliante avvenuto nella chiesa di San Giuliano: « Nella chiesa di San Giuliano si è spaccata una robusta stanga di ferro, che era stata posta per sostenere il vôlto, la quale è in direzione parallela al mare. »

Da ciò si vede bene che l' urto per SE-NW fu violentissimo.

Intanto ivi presso la cattedrale, nell' abitazione di monsignor Gardini, una statuetta della Vergine cadde verso SW: sicchè abbiamo chiari nel medesimo luogo i segni di forte moto da SW e da SE.

f) Nel fabbricato dov' è la dispensa dei sali e tabacchi, parecchi vôlti si sono aperti per gagliarde oscillazioni da SE a NW.

g) Il moto di SE è pure visibile negli spacchi dei muri esterni del palazzo Cisterni.

h) Infine anche più parlante è il seguente fatto avvenuto nella casa dell' avv. Bonini. Una tavola (come egli mi raccontò) stava appoggiata ad un muro, molto inclinata verso NW. Ebbene, si sentì a un tratto un gran rumore per il cadere di questa tavola. Essa non aveva già scivolato all' indietro andando colla base verso

SE, e strisciando colla cima giù giù sul muro; ma staccatasi colla cima dal muro, aveva girato sulla sua base andando a rovesciarsi verso SE, e compiendo perciò la sua rotazione nel senso NW-SE.

Ognun vede come questo fatto non potrebbe spiegarsi senza ammettere un moto molto brusco e vibrato con provenienza da SE.

Questi fatti, che raccolsi da me stesso nella visita fatta in Rimini, mi convinsero pienamente che il sospetto formato dell'esistenza di poderosi moti da SE era ben fondato. Le conseguenze teoriche sono abbastanza svolte nella Memoria prima.

Moto rotatorio. Il sig. Correggiari mi scrisse: « Il moto fu da me e da altri giudicato sussultorio-vorticoso perdentesi in ondulatorio; » e in altra lettera mi fa intendere « che il moto rotatorio, congiunto al sussultorio, rappresenta il massimo dell'energia avvenuto alla metà del totale movimento. » Ed il sig. Meneghelli si compiacque informarmi di un fatto identico, nei termini seguenti: « Nella nostra scuola di disegno, una statua, rappresentante Mercurio, fissa sopra uno zoccolo isolato, subì uno spostamento di 30 centimetri verso SE, ed insieme girò verso N per un angolo di circa 45°.

» Nella stessa scuola due semibusti rivolti verso NW furono trovati dopo la scossa spostati così, che mentre l'uno guarda più all'W, l'altro sembra aver girato più all'E. »

Quest'ultima Nota del prof. Meneghelli fa ben vedere che i moti rotatorii sono l'effetto di forze insieme composte nei singoli oggetti, i quali mossi prima a un modo sono a un tratto sorpresi da una nuova oscillazione, la quale si compone colla prima con vario effetto, secondo che vi si congiunge in una od in altra delle sue fasi.

I signori Pirona e Taramelli descrissero un fatto simile avvenuto nel terremoto di Belluno del 29 giugno 1873. « Alle Fontanelle presso Arsiè, essi scrissero, all'ingresso di una villa stanno due pilastri sormontati da due monoliti piramidali appoggiati su quattro pallottole di pietra schiacciate. Ambedue le piramidi hanno girato sul proprio asse senza spostamento orizzontale e senza spostare le pallottole. » Quella di destra ha girato da ovest per sud verso est, quella di sinistra da est per sud verso ovest. (*Gorini,*

Sulle cause dei terremoti e sulla natura dei recenti terremoti del Bellunese, pag. 41).

Una rotazione singolare è avvenuta in Rimini nella parte superiore della torre dell' orologio della piazza G. Cesare.

La parte superiore di questa torre risulta di quattro piloni formanti un quadrato perfetto, con altrettante arcate che posano sui medesimi; e un cornicione gira in quadro sopra le arcate.

La base su cui posano i quattro piloni non è stata sensibilmente spostata: ma apparisce molto spostato il contorno superiore. L' ingegnere Urbani ha studiato con diligenza il movimento avvenuto, e ne ha ricavato il preciso disegno. Da questo si rileva che tutto il quadrato del cornicione (di cui una diagonale è prossimamente disposta nel meridiano) ha girato intorno alla sua posizione regolare, come se fosse stato infisso in un perno nell' angolo di ponente, e avesse ricevuto una spinta dal di fuori sul lato che guarda NW o sul lato che guarda NE.

Così i due lati di NW e di NE sono entrati dentro il perimetro antico, e i due lati rivolti a SE e a SW sono balzati fuori dell' antico perimetro.

Misurando lo spostamento per l' apertura o distanza del nuovo lato coll' antico, l' ingegnere Urbani ha trovato:

All' angolo	Nord	lato	NW	entrato	di	8	centim.
»	Est	»	NE	»		12	»
»	Est	»	SE	»	uscito	10	»
»	Sud	»	SE	»	»	1	»
»	Sud	»	SW	»	»	8	»
»	Ovest	»	SW	»	»	2	»

La torre ha in vista della piazza il lato SW. Così chi oggi sulla piazza si mette dinanzi alla torre e ne contempla il cornicione o la cupola, vede il lato anteriore venuto in avanti verso la piazza di 8 centim. nello spigolo che sta a destra del riguardante, ossia nell' angolo sud.

Come si spiegano i suddetti moti e consecutivi spostamenti della torre dell' orologio?

Trattandosi di un effetto così poderoso, sarebbe improbabile e

quasi ridicolo il cercarne la causa nelle minori scosse che ebbero luogo durante le varie fasi del fenomeno. Quindi è che senza esitazione dobbiamo cercarne la spiegazione nei violenti moti che fecero crollare i maggiori edifizi di Rimini, cioè nei moti per NE-SW, i quali furono accresciuti per effetto dei sussulti, come nella mia Memoria ho dichiarato. La torre cominciò a partecipare a questo movimento nella sua base; e, come succede di tutti gli altri oggetti, avrà cominciato a piegarsi verso la parte da dove veniva l' impeto della scossa, perchè l' inerzia della parte superiore costituisce come una forza di reazione o di resistenza, che opera contrariamente alla direzione dei moti comunicati alla base. Quindi saranno seguite oscillazioni diverse, cioè movimenti a SW e NE.

Ora dalle misure date dal sig. Urbani io argomento che quella cupola fosse congiunta al pilone di W più saldamente che agli altri: e che i primi moti non bastassero a rompere il perfetto legame con quel pilone. Da ciò è venuto che quel pilone oppose massima resistenza, quando un moto più violento fece prova di staccare la cupola e farla scorrere verso la piazza. Laonde avanzandosi essa nel resto, fece per necessità una piccola rotazione verso la piazza coll' angolo di S, invece di scorrere avanti col lato SW parallelo a sè stesso.

La rotazione cominciata nel lato SW potè ben trascinare con sè tutto il quadrato del cornicione, perchè il pilastro di W, tenendo ancora abbastanza connessi i lati vicini, faceva sì che la massima parte del cornicione fosse solidale del movimento delle altre. Così tutto il quadrato girò intorno ad W come a centro. E appunto perchè l' angolo di W, dove ebbe luogo la massima resistenza, tenne a lungo obbligati i lati attigui di SW e NW, questi presentano il minimo spostamento. Il lato opposto di NE, quello cioè rivolto verso il mare, obbedendo al medesimo sforzo ha girato più degli altri. Di ciò pure, secondo il mio concetto, si rende plausibile ragione. Infatti esso lato NE era pure invitato, come il lato SW, a scorrere verso la piazza parallelo a sè stesso. Ora dalla parte di N dovette sentire la resistenza opposta dal pilastro W, trasmessa per il lato NW, contro il quale quel lato NE doveva avanzarsi; così da quella parte meno poteva spostarsi. Invece

dalla parte di E, appoggiandosi contro il lato SE che già aveva concepito un moto di rotazione, più facilmente doveva scorrere e avanzarsi. Le misure date dal sig. Urbani confermano appieno questi risultati teorici: perchè il detto lato NE è venuto innanzi 8 centimetri con l'estremo che rimane alla sinistra di chi guarda la torre dalla piazza, e 12 centimetri con l'estremità di destra. Prossimamente può tenersi che

il lato NW	ha girato poco più di	1°
il lato NE	circa	2°
il lato SE	circa	1° 1/2
il lato SW	poco più di	1°

Da queste varie rotazioni è pur venuto che il quadrato del cornicione è oggi non solo mutato di posizione, ma ancora leggermente sformato, sicchè gli angoli non sono più eguali, e neppure mi risulta che quelli dalla stessa parte formino due retti.

Il fondamento di questa spiegazione è tutto nella condizione di una grande resistenza opposta dal pilastro di ponente. Nuove osservazioni potranno mostrare se tale stato di cose realmente ebbe luogo.

Della luce straordinaria che ad alcuni sembrò balenare, poco innanzi il terremoto, in Rimini ed in altri luoghi.

In tutte le lettere che ho ricevuto intorno al terremoto di Rimini si fa parola di un fenomeno luminoso che molti avrebbero visto poco prima della scossa, e dalle lettere stesse rilevo che dev' esserci stato un gran dire generale intorno a sì strana apparizione.

« Dimandai (mi scrive l' egregio sig. L. Leurini) al capostazione della ferrovia se egli aveva veduta quella luce bianca che si dice fosse comparsa, a guisa di lampo, prima del terremoto. Egli chiamò allora la guardia notturna della stazione; e questi ci assicurò che prima delle scosse aveva vista una luce biancastra, e che pure la rivide un quarto d' ora dopo la scossa: e attestò ancora che subito dopo il terremoto sentì una corrente d' aria calda, come una vampata. »

Quel fugace splendore fu pur visto dal capo-deposito e dal capo-magazziniere, che sarebbero pronti ad attestarlo con giuramento.

Anche il brigadiere delle guardie doganali di Bellaria, che trovavasi in perlustrazione sulla spiaggia, dà per sicuro di aver visto una luce *rossastra* che precedette il terremoto. È proprio il caso di Dante quando sentì che la terra lagrimosa diede vento, e balenò una luce vermiglia che gli vinse ciascun sentimento!

Molti altri, dei quali mi furono indicati anche i nomi, o chiusi in casa o stando all' aperto, attestano di essere stati colpiti dalla stessa luce fuggitiva, non molto splendente.

Invece tante altre persone, che pure erano in condizioni favorevolissime per vedere la stessa cosa, nulla videro. Io tengo due rapporti molto importanti scritti dal capitano del Porto di Rimini signor Galileo Carlo Bagli, che per soddisfare alle richieste di un mio carissimo amico volentieri e con lodevole premura interrogò vari pescatori e guardie, ed altri che quella notte si trovavano fuori. Ecco un sunto di questi rapporti.

.... L'equipaggio dei trabaccoli da pesca del sig. Gallina da Cesenatico era in mare, e non vide nè chiarori nè lampi. Un altro del sig. Borgatti Ernesto nulla vide. Un trabaccolo Chioggiotto, vicino a Rimini in 6 passa d'acqua, non vide lampo. Genesio Macina, che stava pescando alla punta della palafitta a Rimini, non vide lampo. Interrogata una guardia doganale, che era sulla spiaggia a perlustrare, rispose: Io mi trovava a perlustrare sulla riva sinistra del porto, rimpetto all' ufficio di sanità, incappucciato nel mio cappotto: sentii scivolarmi di mano il fucile, la terra tremarmi sotto i piedi, e udii un rumore, come al giungere di un treno, ma non ho visto bagliori o lampi. Le guardie doganali di mare erano lontane dal lido circa un miglio: sentirono fortemente tremare il legno; ma non videro balenare alcuna luce. Neppure videro alcuna luce moltissimi pescatori che erano al largo tra Rimini e Cervia. In breve, il capitano Bagli, che esaminò su tal punto un gran numero di persone, ne trovò una sola, un tal Donaggio, uomo d'età matura, che attestò il fenomeno: onde conclude di essere rimasto molto dubbio del fatto, perchè uno solo su cento asserisce d'averlo visto.

Dopo ciò io credo che il fenomeno del lampo sia più che mai degno di considerazione! Non pochi si maraviglieranno di questa mia conclusione, perchè forse si aspettavano che sul fondamento delle 99 testimonianze contro una, io avessi rigettata quella vista fra le illusioni troppo facili delle fantasie esaltate. Ma, di grazia, come potevasi esaltare la fantasia prima del terremoto? Chi mai sapeva o si aspettava vicino quel pauroso sconquasso? E se anche qualcuno se lo fosse aspettato, che ha che fare la sensazione di un lampo col senso della paura? Quando si sentì mai raccontare che la paura fa vedere o sognare lampi? Inoltre chi ha letto tutte le precedenti relazioni avrà ancora presente che in parecchi altri luoghi fu pur creduto di vedere qualche luce, come di lampi.

Vero è che quella sera a Rimini realmente lampeggiava a ponente. Ecco infatti due note che lo attestano, raccolte dal capitano Bagli: « Un marinaio, egli scrive, mi assicurava che la sera del 17 cominciò a balenare a ponente a 3 ore di notte. Queste guardie doganali di perlustrazione sulla nostra spiaggia mi danno per certissimo che sulla mezzanotte, e dopo, vedevano illuminato il mare ad intervalli da spessi lampi da ponente. »

Ma se lo splendore che fu foriero delle scosse era un lampo come gli altri, un lampo ordinario che viene da qualche parte del cielo e si riflette dappertutto nell' aria, nella terra e nel mare, ben l' avrebbero visto tutti quanti, e non l' avrebbero davvero dimenticato, tanta è la propensione e la smania che tutti abbiamo di far conto di ogni minima circostanza che sembra rischiarare o spiegare i fatti più grandiosi avvolti sempre nell' ombra del mistero: e le persone tutte, che furono dimandate intorno a quella apparizione, invece di negare recisamente, avrebbero detto: un lampo vi fu poco prima della scossa, ma non pensammo che avesse che fare colla scossa.

Io ripeto adunque che il fenomeno del lampo diventa più degno di considerazione, appunto perchè non tutti lo videro o provarono; e rigetto francamente l' intenzione che anche a me verrebbe di negarlo. Col negare i fatti, giudicandoli arbitrariamente illusorii e chimerici, faremmo noi delle chimere e non della scienza. Non pretendo neppure di dare una spiegazione positiva del fenomeno. Ma pure, fantasticando sul medesimo per vedere d' indovi-

narne la causa, qualche idea naturalmente mi è venuta, che voglio esporre con semplicità e libertà.

In primo luogo può sospettarsi che gli urti o le rotture cagionate dalle scosse siano cagione in certi luoghi e in certi casi di subiti svolgimenti di forte elettricità. Si avrebbero così qua e là dei lampi ristretti e locali, che, senza ferire la vista di tutti, sarebbero unicamente veduti da quegli osservatori che si trovassero nelle più favorevoli circostanze.

In secondo luogo potrebbesi eziandio sospettare che la sensazione del lampo fosse puramente soggettiva, prodotta cioè in parecchi individui da quella alterazione fisiologica (misteriosa e inesplicabile quanto altri vorrà) che suole precedere un grosso terremoto, alterazione che agita sempre in modo doloroso un gran numero di animali, e fa per esempio latrare i cani, sbattersi gli uccelli e fuggire i polli, ed è pur capace di destare dal letargo alcune bestiole, come avvenne a un *anguis fragilis* (orbettino) nel terremoto del 12 marzo 1873.

Io posi già il sospetto che siffatta alterazione fisiologica sia dovuta ad una tempestà elettrica, sensibile soltanto a certi speciali organismi. Ora si sa che il moto elettrico partecipato ai nervi, eccita nell' occhio la vibrazione luminosa.... È ella questa la giusta e scentifica interpretazione del lampo, che non solo questa volta a Rimini, ma tante altre volte in molti altri luoghi fu visto poco innanzi il terremoto? Non decidiamo per ora; resti pure questo sospetto come una vaga idea in mezzo alla grande e oscura serie di questo genere di fatti. Non posso però trattenermi dal far considerare che il non essersi provata siffatta sensazione da quelli che erano in mare o presso il mare, ma solo da chi stava in terra, non farebbe alcuna difficoltà; imperocchè un' alterazione o burrasca elettrica, come io la chiamo, difficilmente prenderà vigore nell' aria umida della marina, la quale impedisce o presto disperde le piccole accumulazioni di elettrico. Ricordiamo la bella osservazione fatta a Vienna dal sig. Roberson. Correndo egli in pallon volante per l' atmosfera a circa 2000 metri di altezza, e osservando continuamente l' elettrometro, notò che tutte le volte che aveva disotto qualche boscaglia, l' elettricità atmosferica totalmente spariva. Ora,

la virtù che hanno le piante di attenuare e dissipare l' elettricità atmosferica dipende e dalle loro forme acuminate e dalla umidità grandissima che hanno in sè e che mantengono al didentro e al disopra della foresta. Quindi non può cader dubbio che anche a poca altezza sul mare dove l' aria è sempre umidissima, e molto più sulla coperta delle navi, difficilmente una lieve elettricità abbia modo di concentrarsi tanto da farsi palese in qualsiasi maniera.

Raccogliendo tutte queste considerazioni, abbastanza si rileva che piuttosto che negare il fenomeno del lampo precursore o compagno di alcuni terremoti, vorrei invece se ne indicassero la natura e l'origine, studiando negli effetti elettrici prodotti dalle concussioni o rotture di solidi materiali, o nelle alterazioni fisiologiche, che sono contemporanee ai moti geosismici e forte tormentano i più delicati e meglio disposti organismi.

Fenomeni fisiologici. Una donna inferma per apoplessia, poco prima che battesse il terremoto sentiva straordinaria inquietudine e dolorosa oppressione. Un' altra ebbe disturbo come di mal di mare. Essendo a me stesso avvenuto qui in Urbino di svegliarmi (senza saper come) uno o due minuti prima del terremoto, e l' istessa cosa essendosi notata da altri (Urbino, Cagli, Cartoceto), dimandai all' amico sig. L. Leurini di Rimini, se ivi ancora si era notato questo fenomeno. Egli mi rispose, dopo molte ricerche fatte, in proposito: « Parecchi si sono svegliati prima delle scosse per causa di sogni opprimenti, come talvolta succede quando si prova imbarazzo di stomaco. Alcuni ancora si sono svegliati col presentimento di essere colpiti da qualche disgrazia. »

Chi aveva in casa un cane od un gatto, li ha sentiti urlare e lamentarsi qualche secondo prima del rombo e delle scosse. Un fatto più bello avvenne nella stalla dove erano 24 cavalli della truppa. Al dire della guardia che vegliava quella notte, tutti i cavalli erano coricati; ed ecco in un attimo levarsi tutti, mettendo qualche nitrito e guardandosi l' un l' altro a orecchie tese, come succede quando vedono portarsi la biada. Mentre il soldato di guardia stava attonito e sorpreso, e non sapevasi rendere ragione del fatto, sopravvenne il rombo e la scossa. Nella stalla dei reali carabinieri successe quasi l' istesso: innanzi la scossa i cavalli scalpi-

tavano, nitrivano, s'impennavano spaventati. In altro luogo un cavallo ruppe la cavezza e fuggì. Anche dei bovi ruppero la corda che li teneva.

Maremoto. Poche notizie si hanno sui moti che fece il mare in conseguenza delle vibrazioni del suo fondo o del moto della spiaggia. Esse hanno però assai importanza, e meritano di essere qui registrate. Speriamo che il sig. capitano Bagli, che ebbe il buon pensiero di raccoglierle, voglia pur darsene l'istessa cura in ogni altra circostanza.

« L'equipaggio dei trabaccoli da pesca del sig. Gallina da Cesenatico assicura di aver ricevuta una fortissima scossa, sì che uno di essi legni ebbe rotto il timone: e gli alberi tremarono tanto forte da far temere che cadessero sulla coverta. I marinai si sentirono in quel momento così fuori d'equilibrio, che dovettero aggrapparsi all'impavesato per non cadere. » È chiaro che si tratta di un urto sensibilmente orizzontale.

« Il trabaccolo Chioggiotto vicino a Rimini in 6 passa d'acqua, ebbe il maremoto nel momento che ritirava la rete: e il legno fece una rotazione. » La rete nell'acqua costituiva (secondo il mio avviso) come un punto d'appoggio, e un urto ai fianchi della nave doveva farla girare.

« Le guardie doganali di mare, che trovavansi in mare in perlustrazione a circa un miglio dal lido, sentirono tremare fortemente il legno.

» Moltissimi pescatori che trovavansi al largo tra Rimini e Cervia sentirono la scossa. E quelli che erano in coperta asseriscono di aver visto il mare sollevarsi in cavalloni, mentre prima mostrava soltanto un lieve increspare di onde.

» Alcuni naviganti che erano lontani dal lido molte miglia, rimpetto a Cesenatico, appena avvertirono un debole maremoto. » Seppi ancora dal sig. L. Leurini che a grandi distanze nel mare altri pescatori neppure si accorsero della scossa.

Ecco infine ciò che fu avvertito sul limite stesso della spiaggia:

« Un tale Macina Genesio (mi scrive il Meneghelli) mentre stava pescando all'estremità della palizzata del nostro porto, sentì prima la romba e con questa una leggiera scossa, notando che con-

temporaneamente il mare passò da bassa ad alta marea. Trascorsi due minuti, un' altra scossa cagionò un gran movimento della palafitta. L' istesso Macina attesta che dopo la forte scossa il mare tornò in bassa marea. Altri pescatori hanno detto che il mare si mostrò mosso e agitò le loro barche fino alla distanza di 24 chilometri dalla spiaggia. »

Da questi dati facilmente si deduce:

1.° Un maremoto assai violento ebbe luogo a poca distanza dalla spiaggia nel momento del terremoto. Sembra che in mare prevalesse nelle maggiori scosse l' andamento orizzontale. Quella rottura del timone e quel girare di una barca mostrano abbastanza che gli urti si facevano di fianco.

2.° Il maremoto ebbe poca intensità nelle maggiori distanze dalla spiaggia.

Ripatransone (M. Bruti).

Non potei conoscere la qualità del tempo. Il moto venne detto « forte, senza disastri. »

Terremoti vicini. Vi fu una scossa alle 2 antimeridiane.

Rocca San Casciano (*Corrispondenza del* P. Bertelli).

Ora data: 12.45 t. v.

« Scossa alquanto forte: le persone fuggirono di casa. »

Roma (L. Respighi).

Il prof. Respighi stava appunto osservando il pendolo sismografico a ore 1.9, quando lo vide a un tratto entrare in oscillazione.

Direzione. NNE-SSW. Il pendolo oscillava in questa direzione e lasciava nella cenere una traccia lunga non meno di 6 millimetri.

Vi furono piccoli tremiti contemporanei, che certamente corrispondevano ad altrettanti moti del suolo.

Nessun altro moto avvenne in quella notte e nel giorno successivo.

Il declinometro esprimeva l' istesso effetto con oscillazioni irregolari marcatissime.

Terremoti prossimi. Il prof. De Rossi scrisse nel giornale *L' Osservatore Romano* del 23 marzo:

« Alle 5.15 antim. una assai sensibile scossa avvenne in Roma, e fu forse più intensa a Velletri. »

E quindi scriveva a me il 24:

« La scossa da me annunciata alle ore 5.15 antim. fu avvertita da molti in Roma ed a Velletri. Anche quella dell' ora 1 fu sentita da taluno in ambedue le località. Il mio sismografo con orologio era fuori di azione, ed avendo trovato un solo segno nell' altro a polvere, lo credetti prodotto dalla scossa che era stata più generalmente e più certamente avvertita alle ore 5.15. Dalla preziosa notizia del Respighi però apprendo che quel segno dovette avvenire all' ore 1 antim. »

Rovigno (Illiria). (*Capitano di porto*).

Ora data: 12.55 circa t. m.?

« La provenienza fu da levante. La scossa fu leggiera e non recò alcun danno. »

Stato atmosferico. La sera innanzi sino alle ore 10 il cielo era sereno e il vento leggiero NE. L' istesso era allo spuntare del giorno.

Russi (*Giornali*).

« La scossa mise gli abitanti in molta apprensione. » (Pare il grado 6-7).

Sant' Angelo in Vado (E. Antonini).

Ora data: 12.45 t. v.

La direzione fu data molto bene da un piccolo sismografo che il prof. Antonini teneva apparecchiato da lungo tempo.

« Sentii sbattere le porte. La famiglia si svegliò spaventata. Sul mio tavolo cadde la lucerna. Nel paese, ma più nella campagna, avvenne qualche crepaccia nei muri e cadde qualche camino.

« La scossa si sentì per tutta la valle del Metauro. Molte persone prese da spavento passarono il resto della notte all' aperto.

» Io era desto e stavo seduto presso un piccolo tavolo, affatto

solo.... Quando l'orologio pubblico batte tre quarti dopo la mezzanotte, sento un rumore simile al soffiar del vento in foglie secche, tendo l'orecchio.... ma che! Tutto ad un tratto sento una scossa di terremoto sì forte, che tremò il tavolo, la lucerna cadde, ecc. Nuova romba si fe' sentire appena cessate le scosse. »

Fenomeni fisiologici. « Gli animali dettero manifesto segno che il terremoto si appressava: due miei gatti accovacciati sul focolare fuggirono prima delle scosse, al che sul momento non posi attenzione; non avevo più *orbettini* da osservare, giacchè quello che mi servì per le osservazioni del terremoto del 12 marzo 1873 mi era morto da un pezzo. Un certo D. Romano Romanini possedeva un cardellino da vari anni, che quando sentiva il terremoto si dibatteva furente entro la gabbia, e questa volta fu preso da tale terrore che cadde morto. In questo frattempo mi vennero in mente i miei ricci. Vi ricorderete della descrizione dei medesimi nella *Rivista Urbinate:* orbene, accendo una lanterna, scendo nell'orto, scopro il coviglio dei medesimi, per vedere se il terremoto su di loro aveva prodotto qualche effetto: due di queste povere bestie, che tranquillamente aggomitolate nella loro pelle stavano compiendo il sonno invernale, tremavano come i cani quando vengono presi dal freddo. »

San Gaudenzio (*Corrispondenza del* P. BERTELLI).

Questo paese rimane sulla strada forlivese-toscana.

Ora data: 12.45 t. v.

San Ginesio (LEOPARDI).

Nessun danno. Neppure si mossero le aperture e le screpolature fatte dal terremoto del 12 marzo 1873. L'istesso è stato dei paesi limitrofi. Il presente terremoto non ha perciò nessun rapporto o confronto con quello del 1873, il quale apportò danni per più di 28,000 lire.

San Marino (P. MALPELI).

Ora data: 12.40 t. v.

« Non so che dirvi del nostro orologio, ma credo che la scossa sia stata alla stessa ora che a Rimini. »

Elettricismo. « Prima del terremoto fu vista una luce rossa contro un colle, da non confondersi coll' aria rossa dell' orizzonte. »

Terremoti prossimi. « Qui furono avvertite molte scosse nel giorno 18 e nelle notti successive, ma di pochi istanti.

» Una a 3 ore antim. t. v. del 18 avvertita dal prof. Campanelli con direzione SSW.

» Altra alle 9 pom. t. v. dello stesso giorno.

» Altra nella notte 20-21 avvertita da più persone; ma non fu possibile stabilire l' ora. »

Sanseverino (T. Gentili).

Ora data: 12.45 t. v.

« Terminato appena il movimento, sonarono le 12 ore e 3/4 dell' orologio pubblico, che vien regolato colla meridiana locale. Non garantisco però che andasse benissimo. »

Santa Sofia (Arpinati).

Ora data: 12.43 t. v.

« Direzione unica SW-NE. Moto ondulatorio con due tregue: durato circa 8^s. »

Serrungherina (L. Carletti).

« L' ora venne data dal mio orologio da tasca, che va sempre bene, e spesso viene regolato coll' orologio della stazione della ferrovia a Fano. Anche altri appuntò la stessa ora. »

Conosco la qualità dell' orologio del mio amico sig. Carletti, e sono certo dell' esattezza dell' ora da lui data.

Direzione. « Prossimamente NNW-SSE. Un camino è caduto in questa direzione. Nella stessa direzione sono caduti alcuni oggetti nella casa del parroco. »

Moto. « Ondulatorio, poi sussultorio, infine ondulatorio. I sussulti furono molto bene distinti. »

Romba. « Un urlo profondo accompagnava le scosse. »

Forza. Più gagliardo e spaventoso che quello del 12 marzo 1873.

Siena (*Corrispondenza del* P. BERTELLI).

Indicazioni semplici, come al quadro generale.

Sienne (presso Nizza) (*Giornale* Les Mondes).

Vedi l' articolo su Nizza.

Sinalunga (MALFATTI).

I dati di questa stazione mi furono procurati dal P. Bertelli, il quale dice che sono accurati.

Moto sussultorio sul principio, poi ondulatorio.

Sinigaglia (C. QUERIO).

« Io era alzato, e stava nell' atto di caricare l' orologio. Così l' ora data è ben sicura.

» Il moto fu ondulatorio. Però un istante prima mi parve di sentirmi alzare la casa sotto i piedi. »

Terremoti prossimi. Il 2 aprile, verso 2 ore dopo mezzogiorno, leggerissima scossa, di breve durata, sentita da pochi.

Sinigaglia (*Corrispondenza del* P. BERTELLI).

Ondulatorio e sussultorio, della durata di circa 10^s, preceduto da romba. Forte; piccoli danni; caduto qualche camino.

Spoleto (A. RICCI).

Prima mi dette l' ora 54 o 55^m. Poi nella circolare a stampa fissò 54 circa.

La direzione NNE-SSW fu stabilita dal Ricci nell' ultima circolare.

« Il terremoto si annunciò con un rombo proveniente da ENE. Un rumore continuo accompagnò le scosse, rumore che può paragonarsi a quello delle ruote di una carrozza, la quale talvolta fa tremare le mura delle case presso cui passa.

» Nessun danno neppur lieve. Il terremoto qui e nei dintorni fu più rumoroso o lungo, che intenso. (Si veda come verso Aman-

dola fu l' istesso). Molti che erano nel sonno, o in luogo aperto, non se ne accorsero. Per esempio, le scosse non furono affatto avvertite dall' impiegato di servizio della stazione della ferrovia. »

Paragone col terremoto del 12 marzo 1873. Il prof. Ricci aggiunge una nota di molto valore paragonando il presente terremoto coll' altro del 12 marzo 1873. « Il terremoto, egli dice, è stato abbastanza generale ed esteso, secondo una linea che fa dubitare che possa avere una certa relazione coi moti sismici del marzo 1873. »

Terremoti prossimi. « Alcuni sentirono una leggerissima scossa poco tempo dopo, circa un' ora dopo il primo. »

Trento (GERLONI).

Ora data: 12.45 t. m. Vienna.

« Prima scossa N-S. Seconda scossa, non si sa. »

Nella circolare rimandatami trovo l' indicazione « 3 minuti fra la 1ª e 2ª scossa. » Credo che sia la tregua da cui furono separate le scosse, e penso che saranno minuti secondi. Perciò metto nel quadro questa tregua con interrogativo. Riscrissi per avere spiegazioni, ma non mi fu risposto.

Treviso (A. FAVARO, P. MILANESI).

Il prof. Favaro mi scriveva:

« Ho avuto buoni e positivi ragguagli sul terremoto di Treviso. Il fenomeno avvenne alle 12.58 t. m. Roma e durò 10ˢ. La direzione parve SE-NW: fu ondulatorio il moto. Venne classificato fra i leggieri, perchè non produsse che i semplici movimenti delle masserizie, senza spostamenti di oggetti o fessure di pareti. Non si udì alcuna romba precedere il fenomeno. L' ora deve ritenersi per esattissima. Secondo un altro buon osservatore il moto sarebbe stato giudicato NE-SW. »

Il dott. Pietro Milanesi professore al Liceo di Lucca ebbe da un amico suo di Treviso la seguente notizia:

« La scossa avvenne pochi minuti avanti 1 ora antimer. Il primo moto fu ondulatorio e leggiero, il secondo fu forte e forse esso pure ondulatorio. Tra le due scosse corse l' intervallo di 2

a 3^s, in modo che il terremoto prima scosse i vetri delle finestre, e poi fece oscillare il tetto. »

Questa notizia del Milanesi dà forse una spiegazione della doppia direzione indicata disopra, perchè realmente le scosse furono due.

Trieste (FAROLFI *e Capitano di porto*).

Le seguenti notizie mi furono con somma gentilezza e premura procurate dal sig. Jelinek di Vienna, e dal capo dell' I. R. Governo marittimo.

Ora data: 1.0 t. m. di Trieste.

« L' ora suindicata, affermata dalla maggior parte di quelli che avvertirono la scossa, potrebbe non pertanto riputarsi erronea entro i limiti di 5^m in più od in meno.... Ma se si riflette che gli orologi tanto pubblici che privati vengono di solito regolati ogni giorno col segnalamento del mezzodì medio locale, considerando che dal mezzodì prossimo precedente fino all' istante del fenomeno trascorse poco più di mezza giornata, considerando che anche gli orologi comuni più mediocri non variano d' ordinario che qualche minuto in 24 ore, si potrebbe senza tema ridurre l' errore possibile suaccennato entro limiti assai più ristretti.

« Il moto od i moti si possono ammettere con grande verosimiglianza di natura ondulatoria assai leggiera: il numero delle scosse si fa ascendere a due, succedutesi a brevissimo intervallo. Non si è in grado di affermare con qualche approssimazione, nè la durata di ciascuna scossa, nè quanti secondi corsero da scossa a scossa. È molto verosimile che la prima scossa sia stata più forte. »

Stato atmosferico. « Il 17 per tutto il giorno, la notte successiva, come pure nella mattina del 18, il cielo si mantenne sereno, e lo stato del vento e del mare era quello di calma quasi perfetta. Verso le 10 antim. del 18 cominciò a soffiare il vento da ENE, con forza crescente sino alle 11 pomer. »

Udine (Clodig e Marinelli).

Ora data: il sig Clodig ha dato 12.50 t. m. Roma.

Il prof. Marinelli ha dato 1 ora t. m. Udine, e quest'ora equivale a ore 12.57 t. m. Roma.

Il detto prof. Marinelli scriveva intorno all'ora in questi termini: « Non posso garantire l'esattezza del tempo: però le due persone che si accorsero del terremoto e me ne dettero notizia, lo notarono proprio nell'istante, in cui l'orologio civico batteva il tocco. Detto orologio è regolato a tempo medio del luogo. »

Forza. (prof. Marinelli). « Il terremoto fu più sensibile (stando alle descrizioni che mi si diedero) sulla sponda destra che sulla sponda sinistra del Tagliamento. »

Terremoti prossimi. A Tolmezzo questo terremoto del 18 non fu sentito: ma fu segnalata una scossa la mattina del giorno 15 a ore 2.33 t. m. Roma, secondo che mi scrisse il direttore di quell'Osservatorio; e la scossa fu sussultoria, della durata di 5 a 7ˢ.

Umbertide (*Corrispondenza del* P. Bertelli).

Ora data: 12.45 t. v.

Urbino (P. Serpieri).

Oggi (30 luglio 1875) che scrivo questa nota, ho già inviata una lunga Memoria al Ministero di agricoltura (ufficio centrale meteorologico) sul grande terremoto di cui mi occupo; e parmi di averlo ben determinato, collegando intorno a pochi principii la gran moltitudine dei dati di osservazione. Non sarebbe in me delicatezza stendere ora la descrizione del terremoto di Urbino. I principii e le leggi che ho discusso e stabilito nella mia Memoria potrebbero avere troppa parte nei miei giudizi e nella mia esposizione. Io già scrissi un breve rapporto l'istesso giorno 18 marzo, e subito lo inviai all'ottimo amico cav. De Rossi a Roma. Allora io non sapeva e neanco presentiva in alcun modo l'importanza che ognuno dei miei dati poteva avere. Oggi quei dati compariscono di una importanza suprema. Trascrivo adunque fedelmente quella relazione quale allora la scrissi: e, come io provo una certa soddisfazione

nel vedere dopo tre mesi di faticose analisi che la mia genuina osservazione fu molto felice, così tutti viemeglio vedranno la sincerità del mio lavoro, e conosceranno quanto devesi star forti nella fedele e coscenziosa osservazione, nonostante le contradizioni apparenti che alle volte s' incontrano al confronto con altre osservazioni, come appunto a me accadeva sì per riguardo alle ore, sì ancora per riguardo alle direzioni e provenienze dei moti.

Relazione sul terremoto del 18 marzo 1875 spedita il 19 marzo al prof. De Rossi a Roma.

« Io mi era, non so come, destato un minuto circa innanzi che venisse il terremoto. Qualche alterazione certo mi sorprendeva, per farmi desto appunto in quel momento.

» Il terremoto cominciò per me con un tremolio, che non mi parve avesse direzione determinata. Dovevano essere vibrazioni strettissime, che appunto per essere troppo ristrette non palesavano il senso del loro andamento.

» Questo tremolio sarà durato circa 4^s. A un tratto cominciò a rinforzare, e subito vennero larghe e gagliarde oscillazioni con direzione costante da NW a SE. Io veramente notava che l' urto veniva (in me) da NW, forse perchè i ritorni da SE a NW erano meno violenti. Quindi riflettendo un momento doveva concludere che nella terra l' urto veniva da SE, sentendomi io rovesciato verso l' istessa parte di SE.

» Saranno state 7 od 8 vibrazioni ben larghe. Alla quinta circa notai il massimo di violenza. Poi tutto finì a grado a grado, cioè per oscillazioni sempre più strette e deboli. Tutt' insieme giudicai una durata almeno di 10^s. Qualcuno notò un momento di tregua.

» Il simografo non mi ha dato con vera certezza altro che la direzione. La curva disegnata sull' arena era un' ellisse cogli assi di 17 e 10^{mm}. Ma una linea collocata un poco di fuori mi fa pensare che una volta la punta sia andata dal centro verso NE, e poi subito sia stata spinta a NW per prendere o seguitare la principale direzione dominante. (Aggiungo oggi che essendo corso a osservare il sismografo pochi minuti dopo la scossa, trovai che la

palla faceva ancora distinte oscillazioni ellittiche da NW a SE, e sempre ho avuto in mente che il pendolo girava da SE a E, N, NW, W, cioè in senso contrario alle sfere di un orologio.)

» L' andamento NW-SE è confermato generalmente da moltissime osservazioni, dal suono di qualche campanello, e dalla caduta di pochi camini. Però anche una buona scossa da SW a NE è dimostrata da parecchi fatti. Non ho potuto raccogliere in che momento questa scossa si sia congiunta alle altre: se pure non è stato un effetto secondario dovuto alla forma del fabbricato, e perciò al tutto parziale per alcuni punti. (Un tale che era in letto si alzò subito al sentire così forti scosse, e dice che appena alzato sentì un forte sussulto. Altri dicono che dopo finite le ondulazioni, passato un brevissimo tempo, sentirono un urto novello assai vibrato, e con una similitudine abbastanza graziosa mi raccontavano che parve allora che il terremoto terminasse, mettendo un punto dopo il suo lungo e pauroso periodo.)

» È stato con sicurezza notato che alcuni uccelli si sbattevano fortemente nelle loro gabbie circa 3^m avanti le scosse. Un verdone si è sbattuto tanto da perdere molte penne.

» Per la determinazione dell' ora mi sono portato all' ufficio telegrafico, e dopo fatte le debite correzioni ho scelta l' ora media 12.51 1/2 fra l' osservazione del telegrafista e la mia. (Io avevo ore 12.50 o al più 12.51: il telegrafista dava 12.51 2/3.)

» Il telegrafista Luigi Agosti, egregio, gentilissimo impiegato, poco dopo il terremoto si mise in relazione diretta con Ancona. Ora, quando Ancona taceva, notò con sorpresa che l' ancora era improvvisamente a brevi intervalli attratta, precisamente come spesso accade durante un temporale. Non trascurò di prender nota del bel fenomeno e di farci diligente attenzione per restarne ben persuaso. Inoltre osservò il galvanometro, e vide l' escursione di circa 4° ogni volta che la macchina dava quei colpi. La deviazione era dalla stessa parte dove va l' ago allorchè invia un dispaccio. (La stazione d' Urbino ha ora un solo filo attivo, ed è stazione finale diramata dalla linea che passa per Fossombrone.) »

Urbino (F. Mici).

Il prof. Mici mi favorì poco dopo il terremoto la seguente nota senza avere avuto alcuna notizia delle mie osservazioni.

« Mi è sembrato di distinguere due fasi. Della prima, che mi ha destato, non ho potuto bene apprendere che la fine, nè ho potuto distinguere la direzione. Fra la prima e la seconda *intervallo minimo,* forse anzi l'intervallo era costituito da ondulazioni minime. Il terremoto riprende forza, cresce rapidamente. Distinguo bene il senso dell'oscillazione per NE-SW. Decresce meno rapidamente che non sia cresciuto. Dal Zonghi odo che a lui sembra la direzione essere stata NW-SE. Alla scuola normale uno degli alunni mi dà la direzione NE-SW. Il direttore di detta scuola conferma tale direzione, ma aggiunge che a molti alunni è sembrata invece NW-SE, come rileva dal moto dei letti che battevano nel muro. »

Durata. « Misurandola da quel che fece durante il terremoto la mia padrona di casa, dovrei dire che la durata fu da 30 a 40^s. »

Confronto col terremoto del 1873. « Parmi una ripetizione in compendio del terremoto del 12 marzo 1873. Due fasi: la prima NW-SE; la seconda NE-SW: il gran cuneo Appennino che si riassetta. Vedremo se il terremoto di questa notte era stato appunto *Appenninico* e *peninsulare.* »

Si attenda alla importante conclusione del prof. Mici. Dalla varietà delle direzioni osservate e dalle sue stesse impressioni egli argomenta alla successione dei moti nel modo stesso che avveniva a Fermo, successione che ha tanta importanza nell'analisi del fatto.

Il sig. G. Paolucci di Urbino, buon osservatore egli pure, mi dette l'ora 12.52, la durata di 32^s, la direzione NE-SW confermatagli dalla inclinazione che riscontrò in una colonna verticale di piatti piegata verso NE.

Velletri (G. Galli).

« La mattina del 18 marzo trovai che i miei due pendoli sismografici avevano lasciato una bella traccia ellittica, lunga più di 4^{mm}, nella direzione SSE-NNW. Vista la traccia sismografica di-

cisare assolutamente l'ora delle scosse, e mi dice che mancavano cinque minuti a 1 ora t. m. Roma. » Perciò pongo nel quadro l'ora media.

(Da Schio) « Un sismografo ordinario, formato del solito pendolo, ha dato la direzione ENE-WSW, lasciando una traccia ellittica piuttosto larga coll' asse maggiore in quella direzione. » L' istesso prof. Favaro mi aveva scritto che il sismografo collocato nella gran torre dell' Osservatorio aveva dato la suddetta direzione del movimento che fu ondulatorio-sussultorio.

Volterra (P. Lotti).

Scossa debolissima. Nel collegio niuno la sentì: pochissimi la sentirono per la città.

Magnetismo. « Il telegrafista ha notato dal 17 al 20 marzo forti perturbazioni nella intensità della corrente; massime nel pomeriggio del 17, che la corrente inviata da Volterra provocava a mala pena l' azione del *relais* all' ufficio di Livorno. »

Zara (Panziera e *Capitano di porto*).

Ora data: 1^h meno 3 o 4^m (Panziera).

Ecco su questo punto le precise parole del Panziera:

(Lettera del 30 marzo). « L' ora in cui avemmo queste commozioni, per quanto potei rilevare, è la medesima in cui avvennero le commozioni sull' altra riva, cioè qualche minuto prima dell' 1 ant. » — (Lettera del 2 maggio). « Chi sentì la scossa non può dare altra ora che la comune degli orologi dei campanili, i quali non sono certamente esattissimi cronometri. « Il tempo è prossimamente quello che regola le corse dei vapori del Lloyd, cioè il t. m. di Trieste.... Credo di dover lasciare nell' approssimativo quei dati. »

Dall' I. e R. Capitanato di porto, al quale gentilmente presentava la mia circolare il Governo marittimo che risiede in Trieste, venne la seguente risposta:

« Il momento della scossa venne a cadere fra le ore 12.55 e l' 1.5 dopo mezzanotte *tempo medio di Zara.* »

Facendo la riduzione dei due tempi, e prendendo le medie dei minuti dati dagli osservatori, avremo

P. Panziera . . . Ora	12.57.30	
Long. Trieste da Roma	5.16	
Ora in t. m. Roma	12.52.14	= 12.52,2
Capitano di porto. Ora	1. 0	
Long. Zara da Roma	11.4	
Ora in t. m. Roma	12.48.56	= 12.48,9
	Somma	101,1
	Media	12.50,5

Quest' ora media scrivo nel quadro. Si noti bene che ambedue gli osservatori, con orologi tanto diversi, combinano in ogni modo nell' assegnare al fenomeno un' ora assai bassa.

Dal capitano di porto viene data la direzione S-N.

La scossa fu debolissima e sentita da pochi.

DETERMINAZIONE

DELLE FASI E DELLE LEGGI

DEL GRANDE TERREMOTO AVVENUTO IN ITALIA

NELLA NOTTE 17-18 MARZO 1875.

NOTA

letta nell' adunanza dell' 11 Novembre 1875 del R. Istituto Lombardo
di Scienze e Lettere.

Urbino, 6 novembre 1875.

Avendo in questi mesi compito lo studio del grande terremoto avvenuto in Italia la notte dal 17 al 18 marzo 1875, ho l'onore di esporre al R. Istituto Lombardo la serie dei principali risultamenti ottenuti, come già feci per il terremoto del 12 marzo 1873 (*Rendiconti dell' Istituto Lombardo,* 1873, fasc. X e XII); mentre la completa analisi di tutte le osservazioni raccolte, troppo estesa per i *Rendiconti dell' Istituto,* si pubblica anche questa volta nel *Supplemento alla Meteorologia Italiana.*

I dati di osservazione furono raccolti da 100 stazioni, sparse sulle due spiagge dell' Adriatico, e nelle regioni settentrionali e centrali della penisola; e tutti potei molto bene accertarli e correggerli per mezzo di moltiplicate circolari e lettere inviate ai signori osservatori, che corrisposero alle mie ricerche con somma premura e gentilezza. In quanto poi alle stazioni più danneggiate, che furono Rimini, Cesenatico e Cervia, le visitai in persona: e potei scoprire le forme più speciali, già da me sospettate, che prese il fenomeno lungo quella spiaggia.

Ecco la serie dei fatti e delle leggi, che ho potuto stabilire, lungamente ragionando sui dati di osservazione:

1. Il terremoto nella Dalmazia e nell' Istria è apparso all' istesso preciso minuto (circa 12.51) in cui *principiava* il movimento nella penisola italiana.

2. Il terremoto nella Dalmazia e nell' Istria corse dalle basse alle alte latitudini sulla linea SE-NW.

3. Il detto terremoto, segnalato sull' altra spiaggia dell' Adria-

tico, somiglia, per più caratteri, a quello che scosse la spiaggia medesima il 12 marzo 1873.

4. All'ora stessa di Zara, Pola e Fiume, cioè intorno a 12.51, avveniva la prima fase del terremoto in Italia su Camerino, Urbino e più paesi intermedi.

5. Questi primi moti geosismici italiani ebbero, come in Dalmazia, il loro avviamento e la principale direzione da SSE e SE.

6. Molte lievi ondulazioni concomitanti dovettero modificare i loro andamenti secondo le condizioni dei luoghi.

7. I primi centri di scotimento alla superficie terrestre (*focolare* o *radiante* sismico) occupavano una linea diretta da Camerino verso NW, la quale era molto avanzata verso Firenze. Questa linea fu colpita direttamente dalle forze endogene.

8. La catena appenninica che sta a levante del Tevere fu questa volta la prima ad essere sospinta dalle forze endogene; come, nel 1873, la prima a ricevere l' urto diretto dalle forze endogene fu l' altra catena che sta a ponente del Tevere.

9. Dura forse anche ai nostri giorni l' antico lavoro delle forze sotterranee tendenti a sollevare l' Appennino centrale? Non è forse chiuso ancora il periodo del suo sollevamento? I terremoti maggiori che scuotono la penisola, son forse tutti quanti collegati colla segreta e non mai spenta dinamica che dette origine alle catene dei nostri monti?

10. La corrente delle forze endogene salì da grande profondità, come si argomenta dagli urti contemporanei avvenuti in Italia e in Dalmazia; ed il ramo che venne a urtare il suolo italiano aveva nel suo fianco di levante (verso Urbino) il maggior nerbo di sue forze.

11. La corrente dinamica, che da grande profondità salì a scuoter le terre italiane poste fra Camerino e Firenze, doveva essere inclinata alla superficie, e forse faceva coll' orizzonte un angolo tra 60° e 70°.

Questa singolare deduzione deriva dallo studio delle direzioni notate alla superficie, e dal piccolo ritardo delle scosse avvenute verso Firenze, rispetto a quelle avvenute verso Camerino.

12. Il radiante (linea primamente scossa Camerino-Firenze) lanciò al lido adriatico gagliarde ondulazioni moventi da SW a NE, sicchè la spiaggia balzò tutta d' un colpo verso il mare fra 12.54 e 12.55, cioè tre o quattro minuti dopo i moti dell' Appennino.

13. In quel momento (12.55) avvennero sulla spiaggia medesima violentissimi moti di sussulto: e gli oggetti, che oscillavano per SW-NE a causa delle ondulazioni sopra indicate, dovettero accrescere grandemente, per effetto dei sussulti sopravvenuti, l' ampiezza di loro oscillazione.

14. Quei sussulti erano inclinati all' orizzonte per modo da far saltare gli oggetti verso N o NW.

Avendo dappertutto riscontrate (nella visita che feci in persona a quelle città del lido) evidentissime prove di forti moti da SE, e notando che generalmente non erano stati avvertiti, dovetti pensare che formarono essi tutt' una cosa coi sussulti, e che perciò i sussulti avevano tale inclinazione all' orizzonte da dare una componente diretta prossimamente da SE a NW.

15. Si disvela in quei sussulti l' istantanea formazione di un secondo radiante nella zona Rimini-Cervia: radiante di spaventosa potenza animato da correnti endogene parallele a quelle che 3^{m} innanzi vennero a scuotere le basi della catena appenninica posta a levante del Tevere.

Così quella spiaggia fu per un momento investita da due terremoti simultanei sovrapposti.

16. Il radiante riminese, tanto più vigoroso del primo, subitamente animatosi quando i raggiamenti del primo giunsero a scuotere quella spiaggia, forse si destò per l' occasione di quei medesimi raggiamenti, come se essi avessero a un tratto favorito lo sfogo di grandi forze latenti sotterranee ivi da gran tempo accumulate.

17. L' ordine delle fratture vulcaniche, che si manifestano con eruzioni varie lungo il piede orientale dell' Appennino, fuorchè per lungo tratto nel litorale riminese, spiega forse il secolare periodo di grandi concussioni sismiche che hanno luogo in quel paese. Perchè può esservi lungo accumulamento di forze, capaci poi di erompere per lievi occasioni.

18. Nelle province venete giunsero evidenti raggiamenti laterali, lanciati dal limitė fiorentino del primo radiante.

Per questa serie di proposizioni, il terremoto del 1875 resta perfettamente *determinato*, come già fu l' altro del 1873. Inoltre, vengono illustrati parecchi punti teorici che interessano la scienza generale sismologica; quali, per esempio: *a*) la formazione dei radianti geosismici, la loro origine e il loro modo di operare, intorno a che già più cose furono scritte dal prof. Stefano De Rossi, da me stesso, e dal tenente Luigi Gatta (*La Sismologia ed il Magnetismo terrestre - Supplemento alla Meteorologia italiana*, anno 1874, con una bella carta geografica, che rappresenta il radiante del marzo 1873); *b*) vien pure quasi discoperto e stabilito l' abito sismico dei nostri Appennini; *c*) si conferma una curiosa colleganza dei terremoti italiani con quelli di Dalmazia, mostrandosi per la seconda volta simultanei e formati di ondulazioni tra loro parallele; *d*) si presenta infine il fenomeno novissimo della subitanea animazione di un radiante per effetto delle ondulazioni lanciate da un altro.

Tutte queste cose spero di avere abbastanza dimostrate nella lunga Memoria che comparirà nel *Supplemento alla Meteorologia italiana;* ma forse vengono sufficentemente dichiarate anche dalla semplice esposizione fatta nella presente Nota.

IL TERREMOTO DI RIMINI

DELLA NOTTE 17-18 MARZO 1875.

DISCORSO
letto per l' apertura dell' anno scolastico 1877-78
nella Università di Urbino.

SOMMARIO.

1. Introduzione. — 2. Descrizione generale del terremoto di Rimini. — 3. Ora e direzione primaria delle scosse. — 4. Moto rotatorio e altre scosse incrociate con le prime. — 5. Estensione del secondo ordine di scosse. — 6. Moti sussultorii. — 7. Terremoto tutto proprio e distinto dagli altri nella zona Rimini-Cesenatico. — 8. Terremoto precedente sulla linea Zara-Fiume. — 9. Contemporaneo con altro sulla linea Camerino-Firenze. — 10. Si pone il problema del rapporto che può essere fra i tre terremoti. — 11. Focolare subadriatico dimostrato dai fatti del 1873 e 1875. — 12. *Ponte* sismico littorale. — 13. *Radianti* sismici, e caratteri dei loro moti. — 14. Due classi distinte di terremoti. — 15. Caratteri dei moti di raggiamento. — 16. Radiante riminese destato dai raggiamenti appenninici. — 18. Rovinosa combinazione di movimenti. — 18. Conferma sismografica. -- 19. Il perimetro dei continenti disegnato dalle manifestazioni vulcaniche. — 20. I terremoti ne fanno le veci nel Riminese e suoi dintorni. — 21. Fatti storici che lo confermano. — 22. Una parola di conforto. — 23. Paurosa ipotesi del mare plutonico. — 24. Non si vede sicura la legge di Cordier. — 25. Non si ha dissociazione e miscuglio generale negli elementi centrali. — 26. Non può assomigliarsi la terra a una pentola di Papin. — 27. Il vulcanismo non va decrescendo. — 28. I vulcani non eruttano materie fuse. — 29. Conclusione contro l'ipotesi del mare plutonico. — 30. Grandi nappi di materie incandescenti entro la scorza terrestre. — 31. Calorico interno riprodotto da azioni chimiche, favorite specialmente dalle acque. -- 33. Le leggi di Perrey e la supposta marea sotterranea. -- 33. Radianti connessi a focolari fissi. — 34. L'avvenire della Sismologia.

1. Nel novembre del 1873 ebbi l'onore di esporvi gli studi da me fatti sul grande terremoto del 12 marzo di quell'anno, dichiarando le leggi principali, che intorno all'ordine e al complicato intreccio di quei moti estesi a lontane regioni, mi si erano con evidenza palesate, e trattando insieme di altri fisici e fisiologici fenomeni, che a tutti i terremoti soglion fare pauroso corteggio. Que' miei studi in parte nuovi, e soprattutto quel mio metodo di studiare 100 terremoti contemporanei come un terremoto solo, furono con assai benevolenza giudicati dai più illustri cultori della sismologia, fra i quali nominerò per causa di onore gli ottimi

amici Perrey, De Rossi, Bertelli, Favaro, Gatta, Denza e Cantoni, che m' inviarono vivi incoraggiamenti a continuare in somiglianti ricerche, ogni volta che la triste occasione si fosse rinnovata.

Per due anni dopo quell'epoca queste terre dell' Italia centrale stettero abbastanza tranquille. Ma, pur troppo, fu semplice tregua che preparava più furiosa battaglia. La notte del 17 al 18 marzo 1875 il sotterraneo nemico d' improvviso assalì con grande apparato di forze le due spiagge Adriatiche e una parte dell' Appennino: e la mia povera patria, la bella e industriosa Rimini, fatta segno ai maggiori e più centrali assalti, rimase terribilmente flagellata.

Incitato adunque dalle ripetute istanze de' miei amici, e dall' affetto che sincero e profondo serbo per la patria mia, di buon animo abbracciai l' ardua impresa di fare sul terremoto riminese uno studio completo, benchè sulle prime mi si offrisse come problema troppo oscuro e inestricabile. A tal fine mi procurai da moltissime stazioni sparse per l' Italia e sull' opposta spiaggia dell' Adriatico le precise notizie dei fenomeni osservati: apersi una diretta corrispondenza con tutti gli osservatori, onde ben correggere e completare i dati di osservazione: visitai da me stesso e studiai con attenzione le tracce lasciate dal terremoto in Rimini, Cesenatico e Cervia: e, dopo un lungo lavoro di pazienti confronti e di profonda analisi degli elementi tutti del fatto, fui abbastanza fortunato di vedermi comparire ben aperto e chiaro il segreto magistero che regolò quel vasto complesso di svariati movimenti.

Tutti i dati raccolti e la minuta discussione dei medesimi sono già pubblicati negli *Annali della Meteorologia Italiana*; ed un sunto della mia Memoria comparve negli *Annali dell' Istituto Lombardo* e nell' *Annuario Scientifico* di Milano. Ma a rendere quello studio più luminoso e parlante, e a fare più evidenti e volgari le inaspettate conclusioni che incontrai, occorre ancora un lavoro sintetico, che prendendo più specialmente a illustrare il terremoto riminese riassuma e riduca a maggiore unità tutto l' insieme delle leggi, a cui ambedue i terremoti del 1873 e del 1875 si mostrarono subordinati. Tale è l' intento che mi propongo nella presente lezione, la quale verrà completando in molte parti l' altra

di due anni fa, e inoltre si proverà a mostrarvi come alcune nuove teorie, professate da eminenti geologi e mineralogisti, sembrano oggi viemeglio illuminarci nella determinazione delle cause che tengono in continua agitazione la superficie del globo.

2. Comincio col disegnare a grandi tratti le forme più salienti del fenomeno, quale si manifestò in Rimini e per lungo tratto della spiaggia adriatica, fino a Cesenatico e Cervia.

Era scorsa ormai di un' ora la mezzanotte, e nella quiete generale della città, quando niun indizio di spaventosa catastrofe nell' aria o in terra si mostrava, vari cittadini qua e là per le case si destano, chi riscosso da paurosi sogni, chi dolente per grave oppressione, chi agitato da sinistri presentimenti o sorpreso da inesplicabile inquietezza. Ed ecco stranamente levarsi e strepitare gli animali; e latrare i cani e dibattersi gli uccelli e scalpitare i cavalli, come improvvisamente colpiti non so se da spavento o dolore. È il solito preludio di un gran terremoto; singolare preludio, che una volta io reputava pregiudizio o fantasia del volgo, ma che nel 1873, e ora di nuovo nel 1875, ho dovuto riconoscere come un fatto reale, attribuendolo a burrasca elettrica invisibile, che da ogni parte si diffonde all' intorno di un focolare sismico, colla rapidità del baleno. Ancora un istante, e cupo risuona il rombo precursore, e già si avvertono i primi tremori del suolo. Dappertutto si grida: il terremoto! Lo scotimento cresce, e cresce a gran furia: il rumore è immenso, assordante. E quando d' un tratto, al subito balenare di un lampo, le oscillazioni son rotte da violenti sussulti e spostamenti e contorsioni, e precipitano nelle stanze i mobili, sui tetti i camini, nelle strade i tegoli e cornicioni dei palazzi, e scrosciano e si aprono i muri, e cadono travi, soffitti e pavimenti, oh Dio! l' angoscia, il terrore è al colmo: si urla, si piange, si prega, si fugge. Poche altre scosse, e Rimini sarebbe stata un mucchio di rovine. Ma, grazie al cielo, quei primi furori di sussulti e rotazioni furono anche gli ultimi; e l' universale fragoroso soqquadro andò quetando a grado a grado, nel modo che in principio era cresciuto.

Il fenomeno è passato. La popolazione si aggira esterrefatta per

le strade e per le piazze. Si soccorrono i pochi che andarono travolti e sepolti sotto le rovine, e si benedice alla Divina Provvidenza perchè ogni vita fu salva. Dimani, bello il sole e tranquilla la terra, ognuno tornerà ai consueti lavori, e in breve non resterà che la memoria di una grande paura. Così passano la più parte dei terremoti. Ma la scienza deve riandare ed esaminare tutte le parti del fatto, deve tutte registrarle, deve, se è possibile, indovinare e, direi quasi, rifare teoricamente tutta la riposta dinamica che diresse e condusse il formidabile fenomeno; deve collo studio dei terremoti passati prepararsi a meglio studiare i terremoti avvenire, colla certa speranza di riuscire una volta a trovare preziosi insegnamenti per benefizio dell' umanità.

Compresi ed animati da questi pensieri, studieremo il terremoto riminese prima in sè stesso; poscia in rapporto cogli altri terremoti contemporanei; e infine nelle sue cause, levandoci a generali considerazioni sulle origini e sul modo di operare del vulcanismo terrestre.

8. In mezzo al terremoto gli orologi pubblici e della ferrovia si fermarono. Nessun sismografo poteva darne in modo più sicuro l'ora precisa, che fu delle 12.55.

In quanto alla direzione dei moti, tutti facilmente si accorsero che le oscillazioni più ampie e gagliarde andavano dal monte al mare, dall'Appennino all'Adriatico, e viceversa, cioè per SW-NE. Di che si ebbero chiare conferme in moltissimi fatti; perchè caddero muri ch' eran paralleli al lido, e non altri perpendicolari al lido: si fermarono gli orologi a pendolo che avevan la mostra rivolta al monte o al mare, e non quelli diversamente orientati: in più palazzi e chiese saltaron via verso il monte o verso il mare i tegoli distesi lungo le criniere dei tetti parallele al lido: caddero sulla strada molti cornicioni che guardavano il monte o il mare: usciron fuori dei muri le teste dei travi che stavano diretti nel verso suddetto, mentre rimasero poco o nulla danneggiati i soffitti che avevan le travature maggiori parallele al lido: e infine grandi fessure si apersero nei vôlti che posavano su muri paralleli alla spiaggia.

4. Cotesta direzione dei moti comparve unica alla maggior parte dei Riminesi, ma in realtà dovette comporsi con altre fortissime spinte, che operarono unitamente alle prime in direzione molto diversa.

Notammo infatti che al momento più terribile ogni cosa cominciò a spostarsi con moto vorticoso. « Il moto rotatorio congiunto al sussultorio (scrivevami il sig. Correggiari direttore dell' Osservatorio) rappresenta il massimo dell' energia avvenuto alla metà del totale movimento. » E il prof. Meneghelli mi scriveva: « Nella nostra scuola di disegno una statua, piantata sopra uno zoccolo isolato, subì uno spostamento di 30 centim. verso SE, e girò verso N per un angolo di circa 45°. Due semibusti rivolti verso NW girarono, uno verso W, l' altro verso E. » Più singolare fu la rotazione avvenuta nella torre dell' orologio in piazza G. Cesare. La parte superiore (ora demolita) di cotesta torre risultava di 4 pilastri disposti in quadrato con altrettanti archi coronati da grosso cornicione, e sostenenti una piccola cupola. Tutto cotesto castello si è mosso, senza troppo sformarsi, girando come intorno ad un perno sul pilastro di ponente, in modo che il lato rivolto verso la piazza era venuto in fuori, alla destra dei riguardanti, di 8 centimetri; spostamento così grande, che tutti dalla piazza facilmente l' avvertivano, ed io stesso lo vidi non senza meraviglia nell' agosto di quell' anno.

Ora per farsi una ragione dei moti vorticosi, molto frequenti nei terremoti, comunemente si pensa che tante forze distinte e quasi tanti vortici, quanti sono gli oggetti costretti alla rotazione, possano intervenire a produrre il fenomeno; come se la terra o l' aria, nel corso di un terremoto, potesse rendere imagine di tumultuoso fiume, che prende qua e là dei moti giratorii e turbinosi. E così bisognerebbe ideare che tutto un paese, anzi ogni edifizio potesse dividersi e suddividersi in tante minime aree, ognuna delle quali girasse, indipendentemente dalle altre, intorno ad un asse verticale tutto suo proprio. Ciò è veramente assurdo e ridicolo a pensarsi. Il moto rotatorio non può avvenire se non per effetto di moti diversi, simultanei, che provengono da spinte variamente dirette, succedentisi a brevissimi intervalli; sicchè gli oggetti, già

squilibrati e vacillanti per la prima spinta, dovendo d' un tratto cangiare il piano di oscillazione, si spostano sulle mal ferme basi e ruotano intorno a quei punti che oppongono resistenza maggiore; e così anche in oggetti vicinissimi e per identiche scosse possono avvenire rotazioni totalmente contrarie.

Quindi io pensai che due ordini sovrapposti di scotimenti congiurassero insieme a sconvolgere il Riminese. Ma niuno avea chiaramente segnalato un' altra serie di oscillazioni diverse da quelle dirette dal monte al mare; niuno me ne fece cenno nelle molte relazioni inviatemi. Adunque per bene accertarmi del fatto, che, come si vedrà, imprime un carattere tutto proprio al terremoto riminese, io non doveva e non potei astenermi di andare da me stesso sul campo del fenomeno per cercarne qualche prova diretta; e molte e chiare ne trovai. Qui basterà che io dica che caddero dei cornicioni in direzione parallela al lido, e una sbarra di ferro diretta nel medesimo verso fu rotta per mezzo, e muri e pietre furono spezzati nel senso di quel movimento. Nella casa di un mio amico (l' avv. Bonini) una tavola appoggiata al muro si rovesciò all' indietro girando da NW a SE, cioè in un piano parallelo al lido: il qual rovesciamento dice la gran veemenza dell' urto venuto da SE, e vale una indicazione sismografica assolutamente irrepugnabile.

5. Un' altra prova della presenza di violenti moti per SE-NW, ossia paralleli al lido, la trovate facilmente nel Quadro Generale, nel quale ho riuniti tutti gli elementi del fenomeno raccolti da 100 stazioni, sparse da Napoli a Belluno e da Zara a Nizza. (*a*) Quel quadro, che rappresenta il gran campo di battaglia, su cui quella notte vennero a schierarsi uscite di sotterra tante forze nemiche, deve dirci le vie che percorsero, le loro velocità, il numero, la violenza, l' estensione, le forme dei loro assalti. In esso vediamo che tre sismografi, di Pesaro, di Meldola, di Forlì, segnarono larghe ondulazioni per SE-NW. Rimini, ch' è nel mezzo di quelle stazioni, non poteva dunque andar esente dallo stesso genere di scotimenti. Vi dirò anzi che il pendolo di Forlì corse tante volte e così ampiamente da NW a SE, dopo aver fatto un solo sbalzo verso W, che al vedere la fotografia di quelle tracce,

favoritami dal prof. Riatti, si sarebbe pensato che sul lido non fossero stati altri movimenti fuorchè quelli paralleli al lido medesimo.

A Cesenatico, dove il terremoto menò pure terribili colpi, e diroccò parecchi edifizi, trovai non meno chiare le tracce di fortissimi urti diretti parallelamente al lido. A Cervia sentirono tutti che il movimento fu rotatorio da S per E a N: ed anche là riconobbi per chiarissimi segni che v' ebbero due specie di scotimenti fra loro incrociati; ma l' urto parallelo al lido ebbi a giudicarlo assai meno gagliardo che nel Riminese.

Concludiamo adunque che la spiaggia fu ad un tempo assalita da due diversi terremoti, uno perpendicolare al lido, che portò i primi tremori, le prime e semplici ondulazioni, l' altro parallelo al lido, che, componendosi col primo, generò l' orribile tormento dei moti vorticosi.

6. Ma non fu per quei luoghi un semplice passaggio di onde, che quasi traversassero provenienti da lontano, e a lontani punti avviate; sì bene ivi appunto sorgevan esse di sotterra e spingevano verso l' alto, come se profonde e immense mine con simultaneo scoppio facessero prova di squarciare e far saltare in brani il miserando paese.

Citerò qui due soli dei tanti fatti che mostrarono la gran violenza dei sussulti. « Stava sopra un tavolo una bottiglia chiusa con tappo di vetro e un bicchiere capovolto al di sopra. Rimase in piedi la bottiglia; e il bicchiere ed il tappo si trovarono rotolati sul pavimento. Un vaso piuttosto grande era posato sopra una stufa, ed un perno fissato nella base del vaso. Il vaso saltò in alto, uscì dal perno e si rovesciò per terra. » (Lett. del prof. Meneghelli).

Da Cesenatico il sig. Signoretti mi scrisse che il moto da principio fu ondulatorio e poi sussultorio, e per 5ˢ vorticoso: e che un muro di cinta e la torre caddero nel momento che i sussulti si cangiarono in moto vorticoso.

Da Cervia il Can. Zabardi mi scriveva: « L' orribile scotimento, preceduto da cupo rombo, fu in principio per 2ˢ sussultorio.... Io sentii il mio letto balzare con violenza dal basso all' alto. »

A Pesaro il sussulto fu leggiero: a Forlì non fu notato.

7. Se a tutti questi caratteri propri e comuni ai movimenti del lido, cioè all'ondeggiare spaventoso da monte a mare, al simultaneo scoppio di nuovi urti incrociati coi primi, alle prepotenti rotazioni, agl'impetuosi sussulti, aggiungiamo l'identità dell'ora in che la spiaggia fu percossa, dappoichè la stessa ora, fra 12.54 e 12.55, segnò il momento del fenomeno a Rimini, Cesena e Forlì; se riflettiamo che i caratteri medesimi non li troviamo così fra loro congiunti e in un grado di sì alta energia in veruna altra parte d'Italia, ben facilmente veniamo a concludere che il fuoco sotterraneo, o qualunque esso sia il tremendo demone che di sotterra continuo ne minaccia, e squassa, rovina, inghiotte città e province, quella notte raccolse e sfogò la furia de' suoi impeti nella linea Pesaro-Cervia, dirigendosi con massima e centrale veemenza contro Rimini e Cesenatico.

8. Nella stessa notte traballava l'Appennino da Camerino a Firenze e la costa ultra-adriatica da Zara a Trieste:

Zara	a ore	12.50,5	con forza	debole
Pola	»	12.51,5	»	mediocre
Fiume	»	12.52	»	»
Trieste	»	12.54,7	»	»
Udine	»	12.57	»	debole.

Cominciò dunque il terremoto a Zara molto prima che a Rimini, e passava per Pola e Fiume quando Rimini ancora riposava in pace. La legge dei moti progressivi fu là ben manifesta: essi corsero, come il 12 marzo 1873, dalle basse alle alte latitudini. Il Müller notava a Pola che i moti salivano paralleli alla spiaggia.

9. Le ore meglio accertate, che segnarono l'apparizione o il passaggio delle onde per mezzo alle nostre giogaie appenniniche, sono anch'esse tutte inferiori all'ora propria del terremoto riminese, ed anche le direzioni si mostrarono parallele a quelle della riva orientale dell'Adriatico.

Per Urbino (scossa a $51^m,5$) assicuro io che i moti venivano da SE. A un tratto mi trovai rotto il sonno, senza saper come: niun moto era cominciato: e poco dopo, ecco un tremolio confuso e generale senza distinta direzione: e poi una furia di lunghi moti che per sei o sette volte fecero prova di rovesciarmi verso SE. Il mio sismografo dette semplicemente grandi onde SE-NW con *minima* isolata escursione verso NE.

Ma più bella e parlante è l'osservazione fatta a Camerino (scossa a $52^m,5$) dal prof. Berti, il cui sismografo fu quella notte il più bravo fra tutti in Italia. Esso consiste nel vecchio apparecchio del P. Cavalleri. La punta s' interna per circa un millimetro nella cavità di un cilindretto (o piccola viera) immerso nella polvere. Questo infrenato dalla punta si sposta e si affonda nella polvere dalla parte d' onde la scossa proviene. « La viera del pendolo lungo (mi scrisse il Berti) mostrò che la derivazione fu da SSE. Io stesso, che mi trovava in letto, senza avere ancora preso sonno, avvertii benissimo la detta direzione e derivazione da SSE. »

Alla stessa latitudine di Camerino, a Fermo (scossa a 51^m), eguale osservazione fu fatta dal prof. Agolini-Ugolini. Avendo egli sentito innanzi parecchi rombi sotterranei, tenea ben preparato un suo grossolano sismografo; e da questo seppe puntualmente la prima corsa delle onde per SE-NW, e la seconda per SW-NE.

Alle decisive indicazioni dei tre sismografi di Fermo, Camerino e Urbino, che si agitarono in Italia all' ora stessa della Dalmazia ed Istria, unisco le osservazioni molto sicure (stabilite dopo lungo e minuto esame) di Cartoceto e Serrungherina; e risulta il seguente quadro che mostra ben chiare le prime forme che il fenomeno ebbe in Italia:

		Direzione	Forza
Camerino	$52^m,5$	SSE	5-6
Fermo	51	SE poi SW	5-6
Urbino	51,5	SE e SW	7-8
Serrungherina . .	50	SSE	8
Cartoceto	51	SE	8

Prego di considerare il gran valore di questo gruppo di dati, che esce fuori dal quadro generale con caratteri del tutto speciali.

Io posso in prima assicurare che quelle ore così basse sono molto bene accertate. Basterà che io dica che, appunto per assicurare l'ora di Urbino, stetti per quasi due ore la mattina del 18 all'ufficio telegrafico, procurandomi il tempo da diverse stazioni, a fine di stabilire giustamente l'errore dell'orologio: sicchè risulta ancora che la mia ora è comparabile con quella dei telegrafi della spiaggia adriatica. Di più in quanto all'ora vi è grande accordo con quelle di molti paesi intermedi, che avevano gli orologi regolati con la meridiana. Infatti, eseguita la riduzione, ebbi:

Porto S. Giorgio . . .	50^m	Cagli (Mariotti) . .	52^m
Sanseverino	50,1	S. Angelo in Vado.	53
Fabriano (Morbelli) .	53		

La media che si ha dalle dieci sopraddette stazioni, comprese prossimamente fra Camerino e S. Angelo, viene 51,74: la quale ora può dirsi identica con la media di 51,3 di Zara, Pola e Fiume: mentre nella linea Rimini-Forlì domina (come si vede facilmente) l'ora 55.

In secondo luogo vuol notarsi che tra i *primi* moti avvenuti in Italia, gagliardissimi furono quelli di Urbino, Cartoceto e Serrungherina. Ora è naturale che un'onda violenta e poderosa non si lasci troppo modificare dalle condizioni dei luoghi e non cangi direzione dinanzi alle resistenze che incontra, ma anzi signoreggi le resistenze, piegandole secondo il proprio andamento. Così intendiamo come la direzione SE, che dominò nelle prime cinque stazioni, dev'essere stata immediata e primaria. Invece in quei luoghi, dove l'urto fu debole, ogni cangiamento di direzione era possibile. In tal caso, a meno di una chiara rivelazione espressa nell'ordine delle ore, sarebbe ben difficile di trarre sicure conclusioni dalla maniera dei movimenti. Infatti, basta che si combinino in una stessa città diversi osservatori, perchè subito appariscano essenziali differenze. Così a Cagli

il prof. Mei ebbe . . . SW ed ESE
il Mariotti unicamente SE

a Fabriano

il prof. Morbelli	SW
il prof. Zonghi	S.

Da Firenze il P. Bertelli mi scrisse che pur dentro il suo Collegio la direzione fu molto varia, dove SE e dove SW. Adunque non v' è da far troppo conto delle varie direzioni manifestate da lievi scosse: e perciò la chiara concorde testimonianza delle nostre prime cinque stazioni resta in tutto il suo valore.

Le conclusioni finora raccolte non sono ancora ben definite nella loro estensione. Ciò si deve a questo mio metodo, consistente nel pigliare dai fatti quel poco che chiaramente ne insegnano, dando via via ad ogni deduzione il massimo possibile rilievo, ma stando sempre nei limiti precisi e rigorosi che rispondono al diretto insegnamento dei fatti. A palmo a palmo mi guadagno il campo che voglio possedere, e tutti i passi fatti, li rassicuro con ogni studio, e ne prendo lume per i passi da fare. Così ora vien naturale la ricerca: la fase Camerino-Urbino fu confinata fra queste latitudini, o piuttosto invase una zona più lunga?

Studiando con questa mira il quadro generale, si resta subito colpiti dalle ore assai basse di Alvernia, Sinalunga, Empoli, Firenze, Bologna. Eccole unitamente all'ora di Arezzo dedotta da quelle di Sinalunga e Alvernia:

		Direzione	Forza
Sinalunga	52^m	W	5
Arezzo	52,4	S?	3?
Alvernia	52,8	W	3?
Empoli	53	S	2 — 3
Firenze (Pittei) . .	52,8	SE	4 — 5
» (Cecchi) . .	52,75	S	4 — 5
» (Bertelli) . .	53 circa	SW e SE	3 — 4
Bologna	53,2	SSW	5 — 6

Confronto queste ore con quelle di tanti altri luoghi che sono più vicini ad Urbino. Rimini, Cesena, Forlì, Cesenatico, Cervia, sono due o tre volte più vicini ad Urbino che Firenze: eppure

l' ora che domina

da Urbino a Firenze è . . 51 a 53
da Rimini a Forlì 55

La tanta prestezza dell' arrivo delle onde a Sinalunga e Firenze, a confronto del loro corso lentissimo verso la Romagna, è tal fenomeno che non si spiega col semplice movimento di propagazione. Aggiungete che a Firenze le onde giunsero debolissime, e in Romagna oltremodo potenti, come si vedrà in appresso: sì che i più deboli moti avrebbero avuta una velocità doppia e tripla dei più gagliardi. Egli è dunque evidente che verso il Fiorentino le onde non andarono per questa via, ma per altra più diretta e immediata: cioè vi salirono di sotterra, tutte insieme con quelle che salirono a percuotere la zona Camerino-S. Angelo, accompagnate da un' ala più poderosa verso Urbino. Così apparisce che la prima fase o *la prima concussione nella nostra penisola deve avere investita tutta la zona Camerino-Alvernia o Camerino-Firenze, e questa zona si scosse in Italia prossimamente alla stessa ora che la zona ultra-adriatica e con movimenti eguali, diretti da SE a NW.*

10. I due terremoti laterali sorsero dunque come forieri del riminese, quasi lontane avanguardie distaccatesi all' istesso tempo da un sol corpo di forze per andare a battere quei paesi laterali, innanzi che il nerbo maggiore venisse ad urtare nel centro e come a sorprenderlo, quando sui fianchi ogni allarme era cessato. Or qual legame misterioso fe' sorgere quei tre terremoti a sì breve intervallo? Sono essi tra loro indipendenti, o piuttosto, come suole d' ordinario avvenire, il più violento e poderoso generò gli altri tanto più lievi e innocenti? Ma il terremoto riminese, che fu l' ultimo, certo non fu causa degli altri: come causa dovea precederli, non seguirli: e d' altra parte, come effetto lontano di quelli, dovea percuotere molto più debolmente di loro, come fu appunto nel marzo 1873. Adunque, ripeto, qual misteriosa dipendenza possono avere fra loro i tre distinti fenomeni?

Il problema é molto nuovo e curioso, e per decifrarne l' enigma avrei forse fatto ricorso a ipotesi troppo artificiose e arbitra-

rie, se un' altra volta non mi fossi imbattuto in un ordine quasi identico di fatti.

11. Per buona fortuna io aveva già scoperta nei moti del 12 marzo 1873 una profonda ed intima colleganza e, quasi direi, una simpatica corrispondenza tra le coste Dalmatine e le basi del nostro Appennino. Anche allora Italia e Dalmazia tremarono insieme; la linea Spoleto-Firenze a 9.1,9 e la linea Ragusa-Fiume a 9.2. E allora, come oggi, corsero per quelle linee due serie di onde parallele. È dunque la seconda volta che Italia e Dalmazia si scuotono con perfetto sincronismo, con accordo perfetto di moti paralleli. Tutto ciò non può essere casuale. I due terremoti, avvenuti alla distanza di due anni, si rischiarano a vicenda, e svelano l' esistenza di un attivo inestinguibile focolare confinato in profonda e invariabile posizione; dove tacitamente si compie un lavoro vulcanico continuo, che a lunghi periodi si rianima ed esplode, quando, conseguito un certo massimo di energia, si fa capace di smuovere e sollevare le due lontane regioni: dopo di che si accomoda a nuovo stato di equilibrio, sempre instabile, sempre in via di violente rinnovazioni. Del qual focolare appariscono ben chiari due importanti caratteri; esso cioè dev' essere a profondità grandissima, perchè invia alla superficie a distanza grandissima vibrazioni parallele e non divergenti; esso giace intermedio fra Italia e Dalmazia, perchè le sue correnti sismiche arrivano contemporaneamente alla superficie di quei paesi.

Una bella carta sismografica del terremoto del 1873, ideata e disegnata dal Capitano Luigi Gatta, presentava sotto il fondo dell' Adriatico e nel bel mezzo di quel mare un mazzo di frecce dirette da SE a NW, per indicare la profonda sorgente e la direzione di quei moti. La felice immagine suggerita da quei primi studi torna dunque oggi a presentarsi di nuovo, e piglia tutto l' aspetto di una legge costante, inerente alla posizione di quel centro di scotimenti e alle inclinazioni e struttura geologica dei terreni che formano la grande depressione adriatica.

12. Frattanto un nuovo inatteso problema sorge spontaneo da queste prime illazioni.

Nel 1873 Dalmazia e Appennino si scossero a 9.2, e poi l'Emilia a 9.5.

Nel 1875 Dalmazia e Appennino a 12.51,5, e poi l'Emilia a 12.55.

Ambedue le volte ritardarono i moti nell'Emilia di circa 3^m. Come dunque lo scoppio sotterraneo, che inviava quelle correnti laterali, risparmiò sul principio il paese intermedio? Atteso il minore spessore terrestre che le onde dovean traversare per battere l'Emilia, movendo da un focolare sub-adriatico, non solo non dovea il terremoto riminese ritardare sugli altri, ma anzi dovea precederli. Quindi è chiaro che le forze che ascesero verso la superficie in quella prima esplosione, mentre trovarono buone vie conduttrici per diramarsi di fianco, ebbero invece a incontrare nel più breve spessore della crosta, al di sotto delle nostre spiagge, o terreni meno elastici che per intero le assorbirono e spensero, o grandi e molte soluzioni di continuità inette a trasmetterle.

« Mentre nel Perù, dice lo Stoppani, certi terremoti si ripetono sempre su linee determinate, avviene che da secoli in certi punti intermedi non si verifica alcuna scossa. I Peruviani chiamano questi luoghi *ponti.* » Applicando la stessa immagine al fenomeno da noi incontrato, quantunque le onde che lo presentano non corrano orizzontali, ma provengano direttamente da profondi centri ascendendo più o meno inclinate alla verticale, potremo dire che nei terremoti che colpiscono allo stesso tempo le montagne appenniniche e le spiagge ultra-adriatiche, un gran *ponte* difende e libera il nostro lido e la nostra marina dai primi e diretti scotimenti. E sarà questo forse in Italia il primo esempio di un *ponte sismico* di un genere poco diverso da quelli del Perù. Vedremo nei terremoti avvenire se la mia deduzione non è forse troppo ardita.

Ma i luoghi fatti immuni dagli urti primi e diretti non lo saranno egualmente dai moti derivati, i quali per tutto si spandono alla superficie terrestre all'intorno dei paesi su cui vennero a sfogarsi gl'impeti delle forze sotterranee. Di ciò rende conto la teo-

ria dei *radianti sismici,* ideata in prima dal De Rossi, e da me largamente convalidata ed estesa nel 1873 e nel 1875. Al lume di questa teoria, che va sempre meglio fondandosi, si faranno chiari i mutui strettissimi rapporti, che ebbe il terremoto riminese con gli altri che a breve intervallo lo precedettero.

18. Chiamo *radiante sismico* (e il termine è già ricevuto nella scienza) quella porzione della superficie terrestre, dove primamente si manifestano gli urti delle forze endogene, dopo che queste nella loro faticosa ascesa ebbero già riempito di cupi boati le interne cavità del globo, e mandate innanzi, come foriere dei loro prossimi assalti, la perturbazione elettrica e una fitta serie di minime e quasi indistinte vibrazioni. I primi ondeggiamenti del radiante li chiamo *moti primari.*

Ben si vede che il mio radiante non è il focolare profondo, dove la gran macchina sismica viene furiosamente allestita e mandata fuori a tutta corsa. Il *radiante* è tutto alla superficie: è il focolare secondario, che sentiamo balzare sotto i nostri piedi in corrispondenza dei primi e riposti tremori avvenuti poco innanzi nelle viscere terrestri: è l' eco fedele delle interne violente palpitazioni di qualche centro vulcanico subitamente portato a nuova straordinaria attività.

I moti primari, in cui si agita il radiante, avranno, in forza della sua stessa natura, i seguenti caratteri nettamente definiti:

I. Come al disopra di una mina la roccia si spezza, saltando in aria, così nel radiante non mancano mai i movimenti sussultorii.

II. Le onde, che salgono a colpire il radiante, lo investono o tutto in un tempo o in sì breve intervallo di tempo, che non è possibile riconoscere lungo il radiante medesimo l' andamento progressivo che sogliono avere i terremoti, valutato a 50 o 60 chilometri per minuto.

III. E quando v' ha una differenza ben certa, comecchè non grande, nei tempi in cui si scuotono gli estremi del radiante, essa dimostra che il fascio delle forze sotterranee salì inclinato alla ver-

ticale, e può servire al calcolo di un valore approssimato di cotesta inclinazione.

14. Ai moti primari, che si sviluppano nel radiante, succedono tutt' intorno al medesimo, per effetto de' suoi spostamenti, altri moti che chiamo *secondari*, i quali rapidamente si allontanano e corrono via per il paese circostante, facendolo ondeggiare, come un campo di spighe traversato dal vento; precisamente come si vede sull' acqua, gettandovi un sasso, che subito si diramano in giro una fila di onde, le quali via via increspano la superficie in punti sempre più lontani. Il punto percosso è il *radiante*, le ondulazioni che camminano alla superficie sono i moti *secondari* o i *raggiamenti*.

Per ragione appunto di tale propagazione superficiale io dissi *radiante*, ossia centro dei raggiamenti, l' area superficiale donde i moti derivano; e presi cotesto termine da un ordine molto diverso di fenomeni, cioè dalle apparenze che ci offre una pioggia di stelle cadenti, la quale vien fuori tutta quanta da un piccolo spazio di cielo, che gli astronomi dissero *radiante*, e da esso sembra diramarsi all' intorno.

L' introduzione di cotesta parola, com' è chiaro, vale una divisione dei terremoti in due classi; perchè il moto, che è causa dei raggiamenti, va distinto per necessità dai raggiamenti medesimi.

Prima dei sismologi aveva già il popolo concepita cotesta razionale divisione. Io era ancor fanciullo, quando al battere di un terremoto il mio buon padre mi disse: il terremoto deve aver scoppiato lontano; qui non ha battuto che per consenso. Oggi dopo lunghi studi trovo che quella formula è vera ed esatta. Vi sono terremoti primari, che rispondono agli urti diretti delle forze sotterranee, e vi sono terremoti secondari, o terremoti di consenso, prodotti dai primi. Quelli sono radianti, questi sono le radiazioni. E il concetto è scentifico ad un tempo e popolare.

15. Dal quale principio, come si dedussero i primari caratteri propri dei moti del radiante, così derivano bene scolpite le forme dinamiche proprie dei moti di consenso o di raggiamento; le quali

eminentemente facilitano l' investigazione scentifica di un grande terremoto, che sempre si presenta come confuso laberinto di svariate lontane manifestazioni.

Pensando infatti che le onde raggiate hanno origine dagli spostamenti di una parte della superficie terrestre, ricaviamo:

I. I terremoti di consenso camminano orizzontalmente, e perciò producono oscillazioni orizzontali raramente commiste a sussulti, che, quando abbiano luogo, saranno generalmente assai lievi.

II. La forza delle onde raggiate anderà a grado a grado indebolendosi col crescere della distanza dal radiante, perchè gran parte se ne perde nella imperfetta elasticità dei terreni, e nel libero smovimento degli oggetti che sono alla superficie.

Ciò peraltro non esclude che le onde stesse possano più innanzi produrre grandi guasti, che nel corso precedente non cagionarono; perchè dove trovano elastici conduttori passano quasi innocenti, ma arrecano subite rovine dove per l' incoerenza dei terreni si arrestano e si accumulano. Ma a parità di condizioni la loro energia è certo decrescente colla loro maggior distanza del radiante.

III. Mentre i punti del radiante, comunque lunghissimo, sono percossi in sì breve intervallo di tempo che esclude la possibilità di una trasmissione progressiva dei movimenti, i punti invece che vengono visitati dai moti di raggiamento si destano e si commovono in tempi via via più avanzati, a seconda delle loro distanze dalla zona centrale, accennando la nota consueta velocità di 50 a 60 chilometri per minuto.

IV. Fra le molte radiazioni emanate da un radiante di figura allungata hanno il primo posto per potenza e forse anche per velocità quelle che si diramano in senso perpendicolare al suo asse, perchè giungono in dati punti dopo aver percorso una linea più breve; e inoltre, se il radiante si agita in una catena montana, o in una linea poco superiore a una serie di fratture sotterranee, coteste radiazioni secondarie rispondono in modo più diretto all' ondeggiamento laterale, o moto di altalena, che suol avvenire nel radiante medesimo. Così in Italia i radianti appennici inviano a preferenza i loro raggiamenti giù per le vallate laterali e per le lunghe giogaie, che dall' alte criniere appenniniche scendono via via de-

gradando fino ai due mari. Quindi è che a levante e a ponente della penisola potrebbero darsi dei terremoti contemporanei, non aventi fra loro altro legame fuorchè la lontana derivazione da una medesima linea assiale.

V. E coteste schiere di massimi raggiamenti, che corrono in senso perpendicolare all' asse di radiazione e perciò hanno direzioni fra loro parallele, arriveranno in un medesimo tempo su lunghe estensioni di paese poste da un lato del radiante, e percoteranno nell' istante medesimo una lunga fila di città, senza che possa dirsi come il terremoto passò dall' una all' altra. Così successe appunto nel 1873, che la spiaggia da Pescara a Rimini balzò tutta d' un tratto, quasi per un moto solo: ma erano migliaia di moti che scendevano da un lungo radiante posto nell' Appennino.

VI. Infine con questi principii spieghiamo le grandi differenze che talvolta s' incontrano nelle velocità dei moti terrestri. Imperciocchè il vero valore della velocità sismica può unicamente cercarsi sulle linee tirate perpendicolarmente all' asse di radiazione, o sui raggi tirati tutt' intorno al luogo centrale, dove il radiante può essere limitato in un' area molto ristretta. Per ogni altra linea il calcolo sarebbe illusorio, a cagione della diversa provenienza delle onde che percuotono i suoi punti.

16. Ed ora, o Signori, siamo in grado di tentare il più difficile problema, che riguarda i rapporti che il terremoto riminese ebbe cogli altri che lo precedettero.

Un radiante italiano subitamente si destò a ore 12.51,7 nell' Appennino, sulla linea Camerino-Firenze. I suoi moti di raggiamento scesero pei versanti delle nostre montagne verso la spiaggia. Infatti le osservazioni meglio fondate, che furon quelle di Ancona, Rimini, Cesena, Forlì, Ravenna, Bologna, mostrano con piena certezza che tutta la zona littorale Ancona-Ravenna fu primamente scossa da forti onde di SW, e fu in un medesimo istante, cioè fra 54 e 55^{m}.

Ma le onde derivate vanno perdendo di forza colla distanza. Perciò, fatta ragione del grado di energia che esse avevano al loro cominciamento, e insieme ricordando come esse non produssero

danni sulla spiaggia nel 1873, quando pure avevano una gagliardia di gran lunga superiore, chiaramente risulta che quelle onde derivate non poterono essere causa unica efficiente del grande disastro della spiaggia.

Ma il terremoto riminese avvenne nel momento in che passavano coteste onde. Qual sarà dunque il segreto legame che unisce i due terremoti? Come il secondo può destarsi per l' azione del primo? Tanto spavento di furiose concussioni e sussulti, tanto improvviso soqquadro e turbinio d' ogni cosa, nel momento in cui la città è visitata da lievi ondulazioni già indebolite e stanche per il lungo cammino, non può altrimenti spiegarsi se non pensando che quelle prime spinte furono non causa efficiente, ma soltanto occasionale di sì grandi e sproporzionati effetti. Quindi io vado pensando che al disotto del Riminese, immense latenti forze da lungo tempo doveano adunarsi e crescere silenziose, aspettando un minimo impulso per divampare in vasto incendio. E l' impulso furono le scosse venute dal radiante appenninico. Esse resero d' un tratto meno salda la compagine delle terre, o accrebbero per compressione l' alta potenza dei gas sotterranei già sul punto di scoppiare, o aprirono improvvise fatali comunicazioni perchè poderose forze con subita irruzione venissero a battere più da vicino la superficie. Il fenomeno è nuovo: un radiante eccita da lontano la subita animazione di un altro radiante, come elettrica batteria accende da lontano la mina che fa saltare una fortezza. Il fenomeno è nuovo, ma non perciò meno palese in tutte le circostanze che abbiamo considerate. Le onde raggiate furono la poca scintilla, che gran fiamma seconda (*b*). E il radiante riminese deve aver spinto con gran furia in direzione inclinata all' orizzonte, in modo da dar luogo ad una componente orizzontale parallela al lido, della quale trovammo tante riprove, e ad un' altra componente diretta verso l' alto, che generò i sussulti.

17. E i sussulti furono il massimo dei danni. Imperciocchè, se una torre, un muro o qualsiasi oggetto ricevono nella base una spinta dal basso all' alto, quando già per l' oscillazione precedente si trovano deviati dalla verticale, la deviazione e il piegamento

verso terra si aumentano a dismisura; come fossero tante leve, di cui il minor braccio piantato nel terreno venisse d' improvviso sollevato da una parte o dall' altra. Guai, bisogna dire in generale, guai se un sussulto sorprende gli edifizi nel momento in che essi ondeggiano fuori della verticale. Per questa ragione, io credo, comunemente si dice al battere di un terremoto: non vi movete. Perchè il nostro movimento, quando fosse impetuoso e violento, potrebbe produrre dei sussulti capaci di accrescere lo strapiombo dei muri (*c*).

Per il concorso di quei sussulti facilmente si spiega perchè molti muri caddero verso il mare ed altri verso il monte, supponendo che i primi siano stati colti dal sussulto quando oscillando piegavano verso il mare, gli altri quando piegavano verso il monte.

E resta pure spiegato perchè i Riminesi non distinsero bene le une dalle altre le due serie dei movimenti che fra loro incrociati dominarono sulla spiaggia. Infatti il nuovo e più tremendo moto che ivi sorse inclinato all' orizzonte, scomponendosi in sussulti e in moti orizzontali paralleli al lido, non dovea far altro che accrescere coi primi i moti precedenti, e generare con gli altri i moti vorticosi; e così dovè generalmente sembrare che dominasse un solo terremoto con ondulazioni perpendicolari al lido, accompagnate solo accidentalmente da moti sussultorii e rotatorii.

18. Giunto a questo punto della mia lunga analisi, per la quale mi pareva di aver bene determinato il terremoto riminese in sè stesso e ne' suoi rapporti coi moti dell' Appennino, io lamentava che le indicazioni fedeli di un qualche sismografo non venissero a confermare le mie deduzioni, che per essere assai minute e positive potrebbero sembrare o ipotetiche o troppo ardite. Ma infine il sismografo lo trovai, e con grande compiacenza ebbi a riconoscere che la sua parola era chiarissima e in tutto conforme alle mie deduzioni.

« Nel mio gabinetto di fisica (mi avea già scritto da gran tempo il prof. Meneghelli) l' apparato di sette specchi per la ricomposizione dei colori stava dietro una cassetta contenente un microscopio; la cassetta a Nord, e quell' apparato a Sud. Esaminando dopo il terremoto gli spostamenti avvenuti nelle macchine del gabinetto,

trovai caduto quell' apparato verso Nord, ma non già così che restasse appoggiato alla cassetta, bensì disteso al di sopra della medesima. *Esso dunque avea fatto un salto verso Nord.* Parecchi tubi di Geissler sostenuti da piccola base stavano vicini all' apparecchio che saltò sulla cassetta del microscopio. Questi sono caduti verso SW, e *dal modo della caduta rilevai che essi caddero verso SW, prima che avvenisse il salto dell' altra macchina.* »

Più chiare indicazioni non potrebbe dare qualsiasi sismografo delle due fasi combinatesi nel terremoto riminese, cioè dei moti per SW-NE discesi dall' Appennino, e degli urti inclinati da SE a NW sopraggiunti sui primi: nella quale combinazione si riassume tutta la dinamica da me scoperta e delineata del terremoto riminese.

19. Rimanendomi finora nel semplice campo delle osservazioni, al quale appunto si limita la teoria dei radianti sismici, nulla di fantastico e d' ipotetico io introdussi nella mia discussione, guardandomi con ogni studio di sposare un' opinione qualunque, non che di questionare, come sempre si faceva in passato e senza frutto all' occasione di un terremoto, sulla natura delle cause che suscitano e conducono la tremenda catastrofe. Il mio ragionamento e la teoria dei radianti, come oggi la presento, corrono indipendenti dalle diverse ipotesi che volessero abbracciarsi intorno all' origine ed ai caratteri delle forze endogene, e alle interne conformazioni della crosta terrestre dov' esse salgono a sfogare la violenza dei loro conati. Ma la scienza possiede oggi qualche buon dato per ispingere lo sguardo in sì oscuri penetrali; e perciò ne dirò pure qualche cosa, benchè senta di tentare un vastissimo pelago con troppo piccola barca.

È legge generale, stupenda conquista della moderna geologia, che i 400 e più vulcani (*d*) che sembrano qua e là sparsi sulla faccia della terra senza regola alcuna, seguono pure nella loro distribuzione un ordine determinato, che è di segnare coi loro allineamenti la separazione dei grandi rilievi della crosta terrestre dalle vicine depressioni occupate dai mari; sicchè stanno come termini all' intorno dei continenti, quasi descrivendone il perimetro. « Pigliatemi, dice lo Stoppani, qualunque delle serie di vulcani più noti, e vedrete

i vulcani che la compongono allinearsi alla base di un rilievo, ossia di una catena di montagne. » Le spiagge occidentali dell'America, e la lunga catena di isole vulcaniche distese intorno all' Asia verso il Pacifico ne offrono le più splendide riprove.

Il fatto generale si verifica inoltre anche intorno ai continenti di minore estensione e sulle spiagge dei mari minori. In seno al Mar Rosso esistono vulcani, e vulcaniche si credono le sue sponde. L'Italia poi è tutt'intorno alla catena appenninica così seminata di manifestazioni vulcaniche, che forse altrove non potrebbe incontrarsi un esempio più bello e parlante della legge di cui discorriamo. Infatti al lato Sud-ovest abbiamo i gruppi vulcanici, attivi o spenti, del lago di Bolsena, di Viterbo, del lago di Bracciano, dei colli Laziali, di Ticchiena e di Pofi, del gruppo delle isole Pontine, d'Ischia e Procida, dei Campi Flegrei (compreso il Vesuvio), del Vulture, delle Lipari, dell' Etna, dell' isola Giulia: e alle basi di Nord-est, abbiamo tal serie di manifestazioni minori, che ben si vede come anche da quel lato la stessa legge è profondamente osservata. « Io ho potuto stabilire, scrive lo Stoppani, una zona meravigliosa di manifestazioni secondarie, che si svolge esattamente parallela alla catena degli Appennini, ma sul lato opposto a quello su cui si allineano i vulcani. Questa zona è delineata da un numero meraviglioso di sorgenti minerali, di sorgenti petroleifere, salse, vulcani di fango, putizze, fontane ardenti. »

Or qual è il significato di cotesta legge? Quali sono le cause perchè il vulcanismo abbia a prediligere coteste linee di confine? La risposta è facile e naturale: le linee vulcaniche segnano i luoghi di più facile comunicazione fra le ardenti viscere del globo e la superficie: esse segnano adunque un gran sistema d'interne rotture e di squarci aperti nella crosta del globo. E poichè cotesta serie di fratture corre all' ingiro sul perimetro dei continenti, cioè fra i rilievi e le depressioni della superficie, fra le terre ed i mari, chiaramente apparisce che essa dovette prodursi per effetto di quelle interne forze che produssero il sollevamento delle grandi masse continentali e la depressione dei fondi marini. Sui loro confini, cioè intorno alla linea che separava i due opposti movimenti della superficie, ebbe allora a sconnettersi al massimo grado l' interna tra-

vatura della crosta terrestre; e sulla linea medesima, tutte le masse reggendosi fra loro per mutui accidentali contrasti, ebbe a costituirsi un sistema di equilibrio di grande instabilità. Questa condizione di cose dà ragione della legge generale che riguarda le posizioni di tutti i vulcani; e al medesimo tempo ci avverte che le terre littorali saranno sempre prediletta sede dei terremoti.

20. E avremo dunque anche noi nell' Emilia e nel Riminese cotesto sotterraneo seguito di sparse fratture, dove continuamente si adunano e fremono imprigionate immense copie di vapori e di gas, sempre intenti a squassare il debole e fratturato inviluppo dei superiori terreni? Chi rimira le alte giogaie sollevatesi dirimpetto al lido, chi considera come a cavaliere della spiaggia riminese levossi dalle acque il Titano fino all' altezza di 748 metri (*e*), chi allo stesso tempo ripensa come la gran serie di aperte valvole e sfiatatoi, che segnano il contorno dell' Appennino, viene ad un tratto ad interrompersi nella bassa Emilia, io credo che facilmente converrà nella mia opinione, che non mancano in quei luoghi le condizioni più favorevoli al frequente movimento della terra, e che ivi il terremoto dee far le veci delle altre manifestazioni secondarie allineate sul seguito delle radici appenniniche.

21. In quanto al Riminese la mia opinione è abbastanza confermata dalla storia. « Quasi in ogni secolo, scrive l' Astolfi, ha dovuto Rimini soggiacere a qualche scossa di terremoto; nell' anno 1180, nel 1308, nel 1672, e in questo secolo varie volte, cioè nel 1711, nel 1741, nel 1781, nel 1786. » (*f*) Questi, con altri di cui ebbi notizia dagli amici miei Dott. Luigi Tonini e Can. Gaetano Niccolini, formano la seguente serie dei massimi terremoti che percossero il Riminese.

1180. Come al cenno dell' Astolfi.

1302. Terremoti grandissimi nel mare Adriatico. L' arena intorno ai lidi di Rimini fu alzata per una canna a guisa delle sponde dei fiumi, com' è successo nel 1613, con perdita di molte barche e persone.

1308. Gennaio 25. — Scossa gagliardissima, che rovinò mura e torri; e non vi fu casa senza danni.

1468. 6 Luglio. — Il Clementini ricorda un orribile terremoto che in tutta la città recò grandissimo spavento.

1472 e 1473. — Altri terremoti riferiti dal predetto.

1507. Giugno. — « Vedevansi bene spesso cadere in terra gran copia di case e alcune torri. »

1511. Maggio.

1584. Settembre. — Forte.

1613. Vedi sopra, al 1302.

1661. Grandi scosse. Ma il peggio toccò a Civitella, che tutta fu diroccata.

1672. Aprile 14. — Terremoto rovinosissimo, che fece pure gran danni a Fano, Sinigaglia, Cervia, Ravenna. Ne fa cenno il P. Segneri nella sua predica XV.

1711. Vedi sopra l'Astolfi.

1741. Idem.

1781. Idem. Rovinoso per Cagli; fece assai danni anche a Fossombrone.

1786. Dicembre, notte 24-25. — Scosse orribili con cadute di case e morte di persone (*g*).

A questi fatti si connettono le storie di altri famosi terremoti che in varie epoche, non sempre eguali a quelle ora citate, agitarono altri punti della nostra spiaggia (*h*), e due avvenimenti molto strepitosi, che ora dirò, e che non dubito punto di collocare nella stessa categoria, riguardando uno di essi come effetto immediato di un terremoto, e l' altro come lontana conseguenza di lente modificazioni delle interne fratture.

Pesaro una volta fu subbissata: lo riferisce Plutarco nella vita di Antonio. Il conte Camillo Marcolini, che mi favoriva questa notizia, mi trascrisse le due seguenti traduzioni del greco originale, in cui la notizia è data.

« Pisauro città ripopolata da Antonio, in riva al mare Adriatico, fu per grandi aperture della terra mosse dai tremuoti intera inghiottita. »

« Pisauro, città di Antonio, che messa vi aveva una colonia e fabbricata era vicino ad Adria, ingoiata fu dalla terra che se le spalancò sotto. »

Un' altra città, denominata Conca, posta quasi in mezzo tra Pesaro e Rimini, si è sprofondata. Il conte Domenico Paoli, che più volte ne' suoi scritti fe' cenno di questo fatto, osserva che la sommersione di questa città non può al più farsi risalire che agli ultimi anni del XIV secolo, perchè di essa fa menzione il cardinale Arigone, che viveva verso la metà di quel secolo. Il Dott. Bianchi riferisce che per molto tempo, quando il mare era tranquillo, si vedevano le cime di due torri di quella città, al disotto della superficie delle acque.

Il Collegno vorrebbe addurre per unica causa di sì grande evento il naturale abbassamento delle terre formanti l' estrema punta del delta del Po. Ma quando si pensa che in altri luoghi dalla spiaggia, come per es. a Rimini, l' avvallamento fu minimo, come risulta da parecchi studi del suddetto conte Paoli, facilmente si propende piuttosto a pensare che dei grandi smovimenti sotterranei, comunque lenti nel compirsi, fossero ivi causati da straordinari terremoti. Gli stessi tremoti orribilissimi che tormentarono quella spiaggia sul principio del secolo XIV potrebbero avere lontanamente preparata la grande catastrofe.

Infine la naturale disposizione di quelle terre a risentire con gran danno gl' impeti di certe correnti dinamiche, che a quando a quando si ridestano nelle nostre latitudini, si arguisce ancora dagli eguali caratteri che i più rovinosi terremoti presero più volte nel Riminese. Infatti i maggiori danni che oggi lamenta la mia patria avvennero in quelli stessi edifizi che furono pure maggiormente danneggiati nel 1672 e nel 1786. Se si trattasse di piccole scosse, direi che la loro eguaglianza proviene da costanti rapporti di posizione con altri radianti situati verso l' asse appenninico: ma poichè si tratta di spaventose concussioni, che sembrano rinnovarsi ad ogni secolo, son costretto a riconoscere che qui v' ha qualche lavoro immediato e diretto, come di grosso focolare, che lentamente si prepara coi secoli, e per minima occasione divampa con furore tanto più grande, quanto fu più lunga la sua quiete forzata.

E non meno terribili percossero spesso i terremoti sulla costa orientale dell' Adriatico: nel 1000 fu distrutta Trieste coi dintorni; nel 1511 e 1648 Zengg; nel 1667 Ragusa; nel 342 Durazzo sulla

costa d'Albania: e furono sede di numerose scosse l'isole di Lissa e di Meleda, nell' ultima delle quali s' aggiungeva lo spavento di forti detonazioni.

22. Non vogliamo noi però spaventarci dell' inquieta e spesso minacciosa attività del nostro focolare. Dopo il cozzo di tanti terremoti avvenuti nel corso di 18 secoli, Rimini contempla ancora ritti e superbi l' arco ed il ponte di Augusto. Innalziamo i nostri edifizi con grande solidità di fondamenti e di muraglie, i cui materiali siano uniti da forte cemento, quale si ammira nelle più antiche costruzioni, contentiamoci di discrete elevazioni, abbandoniamo il lusso inutile dei grandi cornicioni e di pesanti fregi applicati all' esterno, prendiamo a modello nei nuovi fabbricati le costruzioni più antiche che rimasero immuni nei passati terremoti (*l*); e restiamo tranquilli al pari degli abitanti di tanti altri paesi, nei quali il terremoto è quasi continuo. Imperciocchè i vulcani italiani, e con essi i più furiosi parossismi del vulcanismo, fecero già una migrazione per noi ben fortunata dal nord al sud della penisola. Arsero infatti i colli Euganei, i Berici, il Veronese ed il Tirolo nel periodo eocenico e miocenico: arse l' Italia centrale nell' epoca post-pliocenica fino ai tempi storici: ed oggi la viva fiamma del nostro vulcanismo sta accesa nelle parti meridionali d' Italia. Contro queste spiagge centrali non combatte adunque che un residuo del vulcanismo primitivo, il quale mostra oggi di percorrere un periodo di intermittenti accensioni, che, la Dio mercè, vanno ogni secolo perdendo della loro intensità, come per le nostre terre può specialmente argomentarsi dal confronto dei tre terremoti del 1672, 1786, 1875, che sembrano (permettemi l' espressione) potersi fra loro *identificare,* attesa la grande somiglianza delle loro forme e derivazioni (*m*).

23. Resta ora, o Signori, che arditamente ci avanziamo a scrutare nelle ime viscere della terra qual sia la causa che mantiene continuo tanto impeto di furiosi conati tendenti a spezzarne e sbranarne la crosta.

Tutti, fino all' ultimo del popolo, fino al fanciullo che guarda maravigliato le nostre sezioni del globo dipinte in rosso fin presso

la superficie, tutti francamente ripetono: la causa del vulcanismo è il fuoco centrale, il fuoco che tiene in costante fusione ogni sorta di materia nell' interno del nostro pianeta, formando un gran mare centrale, che ruota sotto i nostri piedi le sue onde di fuoco, e palpita e imperversa in maree, in burrasche, come i mari della superficie. E lo scenziato immagina che cotesta fornace centrale tenga ancora imprigionato il fuoco primitivo, di cui ardeva liquefatto l' intero pianeta, e che i vulcani siano le valvole che a quando a quando lasciano effluire alla superficie le onde del mare igneo interiore. Quindi in conformità di cotesta ipotesi non si ha paura di ammettere che l' aumento di temperatura crescente con la profondità si continui fedelmente dentro terra, senza limite alcuno, nella ragione di 1° per 30 metri; sicchè a 40 chilometri di profondità l' istesso granito debba essere in piena fusione, e la crosta solida non sia più erta di un foglio di carta (di 1/10 di millimetro di spessore) sopra un globo di un metro di diametro!

Platone e gli antichi si contentavano di un semplice fiume di materie infocate e di fanghi, che esce da un lago interiore di fuoco, e con circolo perpetuo cammina intorno per la terra, alimentando tutti i vulcani (*n*). Il Piriflegetonte, com' era detto quel fiume di fuoco, è adunque diventato nel concetto dei moderni un mare universale, coperto da sì debole inviluppo, che appena potrebbe assomigliarsi ai piani di ghiaccio che cuoprono i mari polari. Ohimè, la condizione dei poveri abitanti della terra sarebbe ben desolante! Una sì tenue crosta sopra un mare irrequieto d' impetuosi vapori, di burrascosi flutti, dovrebbe di continuo traballare, squarciarsi, saltare in aria e ripiombare in mezzo a fiamme divoratrici.

Per buona fortuna l' ardita ipotesi va perdendo ogni giorno i suoi fautori. Solo si ammette che un' altissima temperatura sia rimasta per tutto l' interno del globo fino dai tempi primitivi, ma non tale da tenerlo tutto quanto in fusione sotto una debole scorza di poche centinaia di chilometri. Un inviluppo solido molto più esteso e profondo deve difenderci per sempre dai moti di un mare igneo che ancora per avventura esistesse nel cuor della terra, e nel bel mezzo di quell' inviluppo deve svolgersi l' immensa serie dei lontani e distinti centri di attività vulcanica, che, ardenti di un ca-

lore sempre nuovo, non cessano di tener viva la dinamica del globo.

Molte e gravi considerazioni favoriscono la nuova teoria; fra le quali di massimo valore mi sembrano le seguenti.

24. In prima convien notare che la legge delle temperature crescenti con la profondità, nella ragione di 1° per 30 metri, non ha tutto il fondamento e tutto il valore che comunemente si crede; imperciocchè l'osservazione non potè estendersi che intorno alla profondità di un chilometro, che è veramente un nulla rispetto al raggio medio terrestre di 6366 chilometri; e inoltre gli stessi dati di osservazione perfettamente e meglio si spiegano ammettendo che molti centri calorifici di varia estensione e potenza siano sparsi qua e là per mezzo agli strati superiori del globo. In un pozzo artesiano del Wurtemberg e nella miniera di lignite di M. Massi in Toscana si trovò l'aumento di 1° per soli 10 o 13 metri di profondità. In una miniera di Sassonia occorrevano invece 40 metri di profondità. Nel pozzo salifero di Speremberg, profondo 1330 metri, il prof. Mohr di Berlino ha recentemente trovato che in principio l'aumento del calore è grande, ma più in fondo procede con progressione decrescente; per modo che il calcolo darebbe la cessazione di ogni aumento progressivo a soli 1700 metri al di sotto della superficie.

25. Ma di grazia, o Signori, vediamo che temperatura si avrebbe dentro la terra, stando alla legge di Cordier. A soli 3 chilometri si avrebbe la temperatura dell'acqua bollente; a 20 chilometri si avrebbero quasi 700°, e quindi la fusione della più parte delle materie: verso 200 chilometri da 3000° a 4000°, la più forte temperatura che noi possiamo produrre e a cui niente resiste; verso il centro si avrebbe l'inconcepibil calore di 200000 gradi. Neppure il sole, secondo i calcoli meglio fondati, arriva a tanto ardore di temperatura; e non sarebbe neppure assurdo, secondo i fisici Sainte-Claire Deville e Berthelot, di accordargli semplicemente un calore di 2500° a 3000° gradi.

Ora, come nel sole son tutti fra loro dissociati gli elementi, e

niuna combinazione chimica può effettuarvisi per causa dell' altissima temperatura, così nel seno della terra sarebbe una generale dissociazione, un vero caos di liberi sfrenati elementi, resistenti ad ogni chimica affinità. E intanto da secoli e secoli i coni vulcanici eruttano materie liquide e gassose di complicatissima composizione, e fuma tutt' intorno la faccia del pianeta, vomitando a torrenti il vapore acqueo; e le lave, che sembrano l' elemento primario del mare igneo inferiore, hanno solamente intorno a 1000° di temperatura.

Nè per ispiegare queste ed altre simili formazioni può idearsi ch' esse si compiano durante l' ascesa dei liberi elementi verso la superficie; imperciocchè all' atto della combinazione si avrebbe ne' sotterranei canali tanto svolgimento di calorico, che in mezzo a violente esplosioni infurierebbe continuo e implacabile il terremoto dappertutto dove gorgoglia una salsa, dove sbuffa una stufa, dove si lancia una sorgente geyserana; o piuttosto la terra tutta quanta sarebbe già saltata in pezzi per convertirsi in uno sciame di bolidi e di vaporose comete.

Aggiungete che l' emissioni tutte, più o meno violente, più o meno durevoli, che avvengono alla superficie terrestre, le fontane gassose, le sorgenti silicifere, le stufe, i soffioni, le mofete, e le stesse lontane esplosioni di un grande vulcano e le sue varie emissioni, nelle fasi ben definite che segnano i successivi ordinari gradi di sua attività sino alla finale estinzione, recan sempre al difuori i medesimi prodotti. Or chi potrebbe ideare tanto artificio di canali, di pressioni e di filtri capace di produrre e mantenere siffatte innumerevoli e svariate selezioni nel turbinoso caos di ogni sorta di elementi? O piuttosto chi non ravvisa in questi fatti una varietà d' interne operazioni che, animando distinti focolari in lontani crateri scavati nel bel mezzo della crosta terrestre, debbono dar luogo a prodotti diversi secondo la varia natura dei luoghi, e secondo le varie locali condizioni di temperatura? Sul sole, dove davvero ondeggia un mare di fuoco, dove tutti gli elementi hanno l' alta tensione che va necessariamente congiunta a una temperatura di più migliaia di gradi, l' emissioni gassose o metalliche sono in perpetua variazione; e dove ora si lancia sublime un getto d' idrogeno,

tra poco si aprirà un vulcano di magnesio, e le più diverse eruzioni brilleranno successivamente nel medesimo luogo.

26. Se i piccoli spiragli e i grandi camini vulcanici aperti nella terra sono in comunicazione coll' immensa caldaia centrale, se la caldaia è sempre in furiosa effervescenza a causa dell' enormi e variabili pressioni di tutti i gas che ne occupano l' alte regioni, come può egli avvenire che tanto spesso e gli spiragli tacciano, e nei crateri vulcanici la lava ribolla profonda senza innalzarsi, o solo accenni misurate e periodiche palpitazioni, rimanendosi per lunghi secoli in quella fase che dal nostro poetico Stromboli fu detta stromboliana? Come può egli pensarsi che coteste lave siano in comunicazione con un mare lavico interiore, rinchiuso come in gigantesca pentola di Papin, alla pressione di più centinaia di atmosfere? Ben sarebbe difficile immaginare la quiete all' intorno dell' ardente caldaia colle valvole turate a gran forza: ma colle valvole aperte ogni tregua è inconcepibile.

Inoltre è da pensare che, mentre la lava tranquilla mormora e bolle al fondo di un cratere, in altri vulcàni anche vicini sorge furibonda all' altezza delle loro fauci, e sgorga in grossi torrenti, fra dense nubi di gas e vapori che oscurano il cielo. Nel 1772 tre vulcani dell' isola di Giava vomitavano torrenti di fuoco, e molti coni intermedi della medesima catena restavano perfettamente tranquilli. La lava montava un giorno a 3000 metri nell' ampie gole dell' Etna, e il piccolo Stromboli mandava regolarmente come oggi, ogni 4 o 5 minuti, i suoi sbuffi innocenti di fumo. Eppur la forza che sotterra per ogni parte spingeva, e operando su liquida materia doveva trasmettersi in ogni senso senza perdere del suo valore, misurata all' altezza dell' eruzione etnea, valeva quasi un migliaio di atmosfere. Dovean dunque aprirsi le vicine valvole, se chiuse, anzichè quetarsi aperte.

27. Si è calcolato che nella celebre conflagrazione di un vulcano Islandese, nel 1783, una somma di più che 75 quintilioni di calorie fu portata fuori e dispersa da due torrenti di lave. Ora, se pensiamo che un numero infinito di questi torrenti dovettero emer-

gere dalle viscere terrestri per formare lo sterminato volume di tutte l' ignivome creste che si levano alla superficie del globo, se pensiamo che innumerevoli bocche, di cui tutta la faccia del globo è crivellata, lanciano fuori ad ogn' istante per mille modi in copia stragrande il calore interno del globo, se pensiamo che il vapore acqueo, che disperde più di 500 calorie per chilogrammo, erutta continuo da tutti i vulcani e talvolta vien fuori in tanta abbondanza da produrre immense piogge e rovinose inondazioni, se pensiamo all' enorme quantità di calorico che dovette trasformarsi in lavoro per sollevare le grandi masse continentali, per sospingere a torrenti le lave, le pietre e i gas nei crateri vulcanici, per animare le stesse tremende furie dei terremoti, se pensiamo che tante perdite di calore o per diretto raggiamento, o per trasformazione in lavoro meccanico equivalente, si fanno già da tante migliaia di anni, facilmente resteremo persuasi che dovrebbe ormai esser nata un po' di bonaccia nel mare igneo primitivo, in modo da renderlo abbastanza innocuo, od anzi tanto ristretto e lontano verso il centro del globo, da essergli negata per sempre la facoltà di visitare la superficie.

Ma non è punto così. « L' attività vulcanica, scriveva lo Scrope, non sembra punto in decrescenza dall' epoche antiche in poi. » E il grande geologo italiano, l' illustre Stoppani scrive: « Dall' epoca siluriana in poi non si nota alcun sintomo che indichi un decremento dell' attività vulcanica. » Anzi, a giudizio del medesimo, non sarebbe insostenibile la tesi che il vulcanismo sia massimo nell' epoca attuale. I più grandi colossi vulcanici di Europa, di Asia e di America si formarono nel tempo corso dai depositi del miocene infino a noi. I grandi vulcani dell' Italia centrale sono creazione tutta post-terziaria.

Per le quali considerazioni si fa ben manifesto che il calore interno deve incessantemente riprodursi, e le grandi fornaci vulcaniche ardono di un fuoco sempre nuovo per continuo nutrimento che ricevono dai materiali terrestri (*o*).

28. Infine vuol notarsi che la scorrevolezza e liquidità delle lave, comunemente creduta un effetto di vera fusione ignea, dipende da cause molto diverse. Dai famosi esperimenti del Daubrée e di

altri, che hanno riprodotto artificialmente le combinazioni e qualità di molte rocce eruttive, è chiaramente dimostrato che la lava non è veramente che un magma acqueo granulare e cristallino, i cui minutissimi cristalli non potrebbero mai formarsi per vera fusione. La sua scorrevolezza è dovuta al vapore acqueo interposto fra i suoi elementi, o meglio all' acqua stessa ridotta in minutissimi globetti, ridotta cioè in ogni sua minima stilla a quello stato che diciamo sferoidale.

« Nessuna roccia, scrive l' illustre Bombicci, fra le così dette *eruttive* può dirsi veramente *fusa* nel fisico significato della espressione. Le lave sono essenzialmente cristalline, e lo stato cristallino è la più completa negazione dello stato vetroso per fusione. Sono fusi certamente i così detti *vetri vulcanici,* le ossidiane, ed in gran parte le pomici. Ma tali deiezioni si vetrificano dopo di essere uscite dal cratere, alla superficie delle colate, mentre la lava si raffredda appena se n' è dipartita, vaporizzandosi, l' acqua assolutamente ostile alla vetrificazione stessa. »

29. Or che diremo dunque del gran mare plutonico che fonde i graniti, quando i graniti non escono fusi dai vulcani? Che diremo del gran serbatoio di calorico che da tante migliaia di anni, per infinite gole, senza posa, trabocca, si disperde, si trasforma e mai vien meno? Che diremo della gigantesca pentola Papiniana che per le aperte valvole non isfoga l' impeto delle sue pressioni? Che diremo del calore crescente con la profondità, che deve riprodurre nelle viscere terrestri una specie di fotosfera solare a elementi dissociati e confusi, quando tutti gli elementi escon fuori in complicate combinazioni, ed ogni paese va distinto per emissioni vulcaniche sue proprie? Infine che diremo del gran mare d' irrequieti gas, di burrascosi flutti, tenuto a freno da sottile scorza di ghiaccio?

La conclusione è chiara: il gran mare plutonico, il gran forno fusorio ardente ancora del calore primitivo, la sottile e diruta volta distesa sopra una sfera di fuoco, sopra un caos d' indomiti estuanti elementi, sono ardite fantasie che non rispondono alla forma e misura e realtà dei fatti osservati.

80. Perciò molti geologi contemporanei di alto valore (*p*), ammettendo pure la fluidità ignea primitiva del globo terrestre, pensano che la solidificazione siasi fatta dal centro alla circonferenza. Quindi considerano il nodo centrale della terra come solido: ma fra questo nodo e la scorza egualmente solida esisterebbero dei grandi nappi di materia liquida e incandescente, che co' suoi movimenti e colle pressioni dei gas che sviluppa, darebbe luogo ai fenomeni vulcanici, alle eruzioni, ai terremoti. È questo il concetto generale a cui s' informano le nuove teorie che prendono il posto dell' antica ipotesi plutonica. E per concepire la possibile formazione di un nucleo solido centrale dopo la generale fusione dell' intero pianeta, si ricorre alla spiegazione già data dal grande Poisson, cioè: quando la terra si andò raffreddando pei raggiamenti calorifici che faceva negli spazi, le parti della superficie che prime si consolidarono subito ebbero a precipitare verso il centro, e quindi una doppia corrente ascendente e discendente dovette diminuire la grande ineguaglianza di temperatura, che avrebbe avuto luogo in un corpo solido via via raffreddatosi dall' esterno all' interno.

Se poi alcuno vorrà pensare che nel cuore del globo si annidi un forte residuo del globo primitivo, un nucleo di materia liquida incandescente, fattosi via via più ristretto e sempre meno potente a sfogare i suoi ardori attraverso i terreni superiori, niuno vorrà nè potrebbe contrastarlo, perchè non vi è modo di spingersi così lontano o con dirette osservazioni, o con buone concludenti induzioni. Ma ognuno ben vede che l' esistenza ipotetica di cotesto nucleo infocato non distrugge le buone ragioni che fanno dipendere il vulcanismo della superficie da sorgenti ignee locali situate nello spessore stesso dell' inviluppo solido del pianeta.

81. I grandi nappi di materie liquide incandescenti, sparsi qua e là a diverse non grandi profondità sotto la superficie, si riguardano come immensi focolari di azioni chimiche molteplici e poderose, che, svolgendo sempre nuovo calorico, riparano le continue perdite calorifiche fatte nelle emissioni verso la superficie. « Io non nego, scrive il nostro Stoppani, non nego l' esistenza di un calore iniziale; anzi la credo necessaria condizione della produzione ori-

ginaria dei fenomeni tellurici; ma considero come causa immediata di essi fenomeni, nominatamente dei fenomeni vulcanici e delle oscillazioni della crosta terrestre, il calore che si sviluppa per le incessanti combinazioni di tutti gli elementi tellurici, e da lui ripeto tutte le vicissitudini della terra considerate dalla geologia positiva. »

La stessa teoria è professata dall'illustre mineralogista Bombicci, che scrisse: « La crosta terrestre, pe' suoi fenomeni d' attività d' ogni genere, basta a sè stessa, e il calore centrale può essere suo favorevole, ma non indispensabile ausiliario. »

Il celebre Davy ripeteva la produzione del calorico centrale dalla continua ossidazione di un nucleo centrale. Ed oggi un' ipotesi somigliante è messa in onore dal Daubrée, che suppone l' interno del globo principalmente composto di metalli alcalini. Ma molte e diverse sono le sorgenti chimiche dell' interno calore, come deve dedursi dai diversi prodotti che dentro terra continuamente si formano. In genere però facilmente si comprende che l' acqua, la quale, come sangue in un animale, visita e percorre con perpetuo circolo tutte le viscere del pianeta e tanto meglio s' infiltra e si avanza quanto più alta ritrova la temperatura, l' acqua, che vivamente scaldandosi nell' interno della terra discioglie la più parte delle materie e favorisce un' infinità di combinazioni, l' acqua, che si unirà intimamente con un gran numero di materie e ne muterà la chimica natura, l' acqua è il mezzo principale di cui natura si serve per tener vive coteste ardenti fornaci; le quali naturalmente a seconda dell' abbondanza e della qualità dei materiali che vi vengono trasportati, e a seconda del cumulo che vi si fa di mille prodotti gassosi, e delle emissioni più o meno abbondanti che si fanno alla su perficie, dovranno trovarsi ora ad un massimo, ora ad un minimo di attività, generando così i periodi di quiete o di nuove formidabili conflagrazioni nel vulcanismo del luogo. « La costituzione di tutte le rocce eruttive, soggiunge lo Stoppani, le quali sono composte di silicati, la cui origine si deve indubbiamente all' azione delle acque ad alta temperatura, mostra evidentemente come l' acqua funzioni qual calorifico primario. »

E il chiarissimo prof. Bombicci sostiene con calore la medesima tesi, apertamente scrivendo che « all' azione prevalentissima del-

l'acqua voglionsi attribuire i conati sismici e le conflagrazioni vulcaniche, le scosse e le eruzioni, laonde parrà strano che, detronizzando quasi Plutone, o toltogli almeno il monopolio del sotterraneo dinamismo, concedasi questo al fratello Nettuno. »

L'acqua gettata sulla calce viva, l'acqua con acido solforico gettata sopra minerali di ferro o di zinco, il miscuglio umido di zolfo e limatura di ferro (detto vulcano di Lemery), il quale seppellito nel suolo dopo qualche tempo scoppia impetuoso, l'accensione del sodio e del potassio per il semplice contatto con l'acqua, sono piccoli e comuni esempi dei processi chimici, che per mezzo dell'acqua possono sotterra dar luogo a incessanti copiosissimi svolgimenti di calorico e di prodotti gassosi. L'acqua è il solerte instancabile operaio, che scava le immense sotterranee officine, che adduce e concentra i materiali da combinare, che mantiene le alte pressioni e al bisogno fornisce da sè stesso il più energico comburente e il più ricco combustibile: l'acqua spalanca le vie di più breve comunicazione coll'esterno, e porta alla superficie i prodotti; e dopo averli scaricati e ordinati in potenti depositi, libera se n'esce per entrare nel gran circolo atmosferico, da dove novamente scenderà sotterra per rifare nei secoli l'istesso perenne lavoro. E così per mezzo dell'acqua le rocce tutte quante, o in essa disciolte, o da essa sospinte, percorrono un ciclo interminabile, venendo alla luce del sole e poi tornando negli abissi, da cui di nuovo saranno ricacciate al di fuori, e via a discendere e salire sempre d'un modo. Lenta e faticosa circolazione, che cominciò dai primi giorni della formazione del pianeta, e dura incessante a mantenere l'equilibrio generale di tutte le parti col loro perpetuo rinnovamento, per salute delle viventi creature che popolano la superficie.

32. Non verrà dunque il terremoto dalle maree o dalle tempeste dell'oceano di fuoco rinserrato nel cuor della terra. Certi rapporti incontrati tra la frequenza dei terremoti e la regolare marea che dovrebbe accadere in cotesto oceano centrale, possono, io credo, spiegarsi colla stessa marea oceanica, che, alzando moltissimo all'intorno di certi littorali, deve rendere colla maggior pres-

sione più rapido e abbondante lo scolo delle acque negli interni focolari.

Il mio venerando amico Alexis Perrey (al quale mando ne' suoi onorati riposi di Lorient un saluto dal cuore, un omaggio di sincera ammirazione) ha ricavato dallo studio di 17249 terremoti le seguenti leggi, che sembrano favorevoli all' ipotesi della marea sotterranea.

I terremoti sono più frequenti nei noviluni e nei pleniluni che nelle quadrature. La qual legge è fondata sulla differenza di 427 giorni di terremoto, che sta in favore dei primi, e deriva dall' esame di tutti i terremoti, dei quali il Perrey ebbe notizia, avvenuti dal 1751 al 1872.

La frequenza dei terremoti aumenta in vicinanza del perigeo della luna, e diminuisce al contrario verso l' apogeo.

Le scosse sono più frequenti quando la luna è presso il meridiano, che quando essa n' è lontana 90° (*q*).

L' importanza di queste leggi, in ordine all' alta questione che abbiamo agitata, è a tutti ben manifesta, dappoichè son esse appunto che regolano il flusso e riflusso dei nostri mari. Ma se noi consideriamo che le alte maree del fuoco sotterraneo passerebbero già da innumerevoli secoli sotto la gran volta terrestre, difficilmente possiam credere che non si siano già aperti dei varchi abbastanza spaziosi da potersi sollevare e correre con piena libertà. Che se ancora facesse l' onda della marea una forte pressione sulla crosta, dovrebbe questa per la sua elasticità reagire in appresso con forza contraria, generando terremoti di origine inversa al calare dell' onda.

Da una Memoria dell' illustre prof. Favaro di Padova, nella quale ci è dato un buon riassunto degli studi fatti dal prof. Schmidt sopra circa 3000 terremoti avvenuti dal 1776 al 1873 a Zante, a Smirne, nell' Eubea e luoghi circostanti, apprendo che anche lo Schmidt trovò maggior numero di giorni con terremoto durante la luna perigea, che non al tempo della luna apogea. Ma la prima legge del Perrey relativa all' influenza delle lunazioni, comecchè dal Perrey fosse trovata costante in 10 periodi speciali, ora di 4 anni,

ora di 29, 44 o 49 anni, non resta abbastanza confermata. Ebbesi infatti dallo Schmidt:

Un massimo nei noviluni.

Un altro massimo due giorni dopo il primo quarto.

Una diminuzione all' epoca dei pleniluni.

Un minimo nell' ultimo quarto.

Siffatte differenze sembrano escludere l' azione diretta, che dovrebb' essere irresistibile, delle dense e poderose onde di una vera marea plutonica. E poichè per tanti fatti e tanto costanti è chiaramente rivelato che le acque marine visitano in grande abbondanza gl' interni focolari, e vi apportano il più gran numero di elementi che caratterizzano i vari periodi dell' attività di un vulcano, non sarà al tutto spregevole il sospetto, che a me venne, di una influenza delle maree oceaniche sull' istesso fuoco sotterraneo, potendosi per esse con certo periodo viemeglio facilitare le comunicazioni dell' acqua colle interne ardenti fornaci (*r*).

88. Messa dunque da parte l' idea di un' azione più o meno diretta proveniente da regolari palpitazioni di un mare sotterraneo, io penso che ogni radiante sismico si ridesti a quando a quando alla superficie in corrispondenza di un proprio e distinto focolare, dove a periodi non troppo ineguali, ma talvolta rotti e mutati per accidentali occasioni, la somma delle forze lentamente accumulate per anni e per secoli s' inalza a massime infrenabili tensioni capaci di vincere ogni resistenza.

E l' intima connessione di ogni radiante con propri distinti e costanti focolari spiega perchè v' abbia tanta somiglianza di direzioni e di forme nei terremoti che in vari tempi percuotono una data regione; il qual fatto, già ben chiaro per sè, e, direi quasi, necessario nelle onde di raggiamento, oggi si rivela con molta evidenza ne' moti stessi dei radianti, cioè nel radiante riminese, che in modo identico si ridestava negli anni 1672, 1786, 1875, e nei radianti Appenninici del marzo 1873 e 1875. E così chi potesse disegnare sulle terre italiane i centri dei diversi e fissi radianti, che in varie epoche vi comparvero con forme quasi identiche, avrebbe una chiara prova degli ardenti residui qua e là rimasti

dell' antico vulcanismo, e dei molti e lontani centri di sollevamento, che ancora operano sotto la nostra penisola (*s*). E ben sarebbe da studiare con positive osservazioni se l'Appennino continua ancora a sollevarsi, mentre dall' altra parte dell'Adriatico molti lembi della costa danno chiari segni di progressivo abbassamento (*t*).

Infine a tutte le teorie, che il mio discorso è venuto svolgendo e propugnando, presta una nuova e inattesa conferma la posizione che mostrarono di avere sotterra i focolari dei due radianti destatisi a breve intervallo di tempo nell'Appennino e nel Riminese in quella funesta notte del 1875. Trovammo infatti che il primo focolare, che diramò le sue onde a levante e a ponente, all'Appennino e alla Dalmazia, senza colpire il paese sovrapposto, dovette essere profondissimo al disotto dell'Adriatico; e l' altro che restrinse la furia de' suoi conati nella zona Rimini-Cesenatico dovette trovarsi a profondità molto minore. Eran dunque due fuochi sovrapposti, accesi in due diversi ordini di terreni, in due diversi piani fra loro separati da grosso spessore della crosta terrestre, quasi due mine lontane alla cima e al fondo di profondissima miniera. Forse il più prossimo trova alimento a' suoi tremendi furori, del periodo di circa un secolo, nei terreni terziari, e l'altro al disotto dei cretacei; ma intanto l' uno e l' altro si annidano nel bel mezzo della solida corteccia del globo, senza bisogno di più profonde derivazioni di altre forze. Un altro focolare posto a sì alta profondità, ma molto lontano verso Nord dal nostro, si sfogava già contro il Bellunese il 29 giugno 1873, avendo allora i signori Pirona e Taramelli trovato che il punto di partenza di quel movimento dovea trovarsi al disotto dei terreni cretacei, e molto più al Sud dell' area maggiormente scossa (*u*). E anche quel focolare apparisce ben distinto e abbastanza chiuso in propri confini, perciocchè allora i nostri si tacquero, non avendo noi avuto altre onde che quelle raggiate dal Bellunese. E l' istesso potrei concludere per gli ultimi famosi terremoti di Romagna intorno a Meldola (1870), e per tanti altri (*v*).

84. Con queste più ardite deduzioni, che sono, a me sembra,

legittimo frutto di tutte le analisi precedenti, io chiudo, o Signori, il mio lungo ragionamento, parendomi di avere abbastanza illustrato ne' suoi vari scentifici aspetti lo spaventoso fenomeno di cui fu sede la patria mia. E poichè, come diceva in principio, la discussione delle osservazioni passate deve dar lume a ben dirigere le osservazioni avvenire e a renderne più profittevole lo studio, permettetemi che sul finire io dica apertamente i voti che spontanei mi sorgono nell' animo considerando l' insieme dei maggiori problemi sismologici che aspiriamo a risolvere, e lo stato attuale della scienza.

Dopo che tutte le manifestazioni sismiche conosciute furono studiate da Perrey, da Schmidt, da Mallet e da altri nelle curve di loro frequenza in rapporto coi periodi delle maggiori efficienze cosmiche o telluriche, dopo che da siffatte laboriose investigazioni già si raccolse il maggior frutto che poteva sperarsene, senza aver molto progredito nell' acquisto delle più utili e sospirate cognizioni, dopo che, in una parola, lo studio dei passati terremoti considerati nel loro insieme e, direi quasi, in massa fu già felicemente compito, resta oggi che si metta tutta l' attenzione e tutto lo studio nel ben determinare ogni singolo terremoto, o antico, se ne abbiamo i dati, o nuovo, procurandoceli a tutta possa: a determinarlo cioè nelle sue origini, nelle sue diramazioni, nelle sue fasi e in tutte le moltiplici attinenze, che può avere con altri fenomeni della superficie e coll' interna struttura e qualità e disposizione dei terreni percossi: mirando costantemente a poter passare dai fatti esteriori e dalle leggi costanti a cui essi si conformano, alla cognizione di ciò che direttamente non colpisce i nostri sensi, che è lo stato dinamico dei profondi seni del pianeta. Imperciocchè queste onde terrestri, che d' un tratto sorgono, volano e spariscono, non sono infine che passeggiere accidentali manifestazioni della poderosa latente dinamica che agita le viscere del globo: e perciò se vogliam fare un po' di scienza, indagare cioè le ragioni dei fatti e la natura delle loro cause, bisogna che arditamente tentiamo di passare dagli esterni sintomi alle interne affezioni di questa gran macchina calorifica, che, a guisa di un animale, perpetuamente consuma e riproduce la propria energia: bisogna che tentiamo di sco-

prirne i riposti centri, dove arde perenne il fuoco della vita; dove insidiose si alimentano e senza posa si accrescono le maggiori potenze che scoppieranno in furiosi parossismi: bisogna che tentiamo d' indovinare e disegnare la gran rete di profonde intrecciate arterie, per le quali si effettua dai centri alla periferia la più completa e spedita radiazione dei movimenti. Insomma bisogna con nuovi sforzi, con nuovi propositi, accingerci fidenti e tutti a creare la sismologia sotterranea, se vogliamo che la sismologia della superficie cresca con ferme radici in sublime albero scentifico, apportatore di ottimi preziosi frutti. Come la meteorologia la vogliamo fatta dall' alto, così la sismologia convien farla dal basso. Quella si modifica, s' informa alle influenze cosmiche: questa dal cuore del pianeta piglia le sue vive attuose sembianze. L' una e l' altra si abbracciano, s' intrecciano alla superficie terrestre, meta comune delle opposte circolazioni aerea e tellurica, stabilite a benefizio delle intelligenti creature che popolano la faccia del pianeta, e unificano i cieli e la terra in un pensiero di amore, in un inno di lode al Creatore. Ma perchè la sismologia imprenda felicemente la sua discesa scentifica nei tenebrosi recessi dove il terremoto ha i suoi fomiti inestinguibili, che a quando a quando sorprendono e confondono le vigili sentinelle della scienza, bisogna che una ferma ed intima alleanza si stringa con altra scienza felicemente progredita, che già con sicuri passi sa inoltrarsi negli ultimi penetrali della terra. La sola Geologia può guidarci alla scoperta delle ultime ragioni di tutti i moti che si riflettono alla superficie. Essa, tenendo conto della varia qualità e giacitura e inclinazione dei terreni, potrà spiegare il vario cammino e la saltuaria capricciosa apparizione delle onde sismiche sui vari punti della superficie; essa potrà giungere a determinare con qualche probabilità la sede fissa dove un focolare si annida e donde manda intorno quei moti, che a distanza di anni e di secoli ritornano sempre uguali (*x*). Se a questi ed altri simili problemi, che riguardano la determinazione dei massimi fattori del fenomeno, volteremo una volta le nostre indagini, ben potremo, io credo, vantare quei rapidi fruttuosi progressi che sono un desiderio universale. Fra i quali principalissimo è quello che riguarda la predizione del terremoto.

Io credo, sì, che i forti terremoti si possano prevedere, e lo credo fondando le mie ragioni sulla teoria dei fissi e distinti focolari direttamente congiunti con fissi radianti. Ed ecco la facile argomentazione che deve confortarci a sì alta speranza.

Riflettiamo in prima che il furioso esaltarsi delle forze sotterranee non è l'opera di un momento, di un'ora, o di un giorno; esse in relazione coi processi chimici da cui dipendono, passeranno via via per tutti i gradi possibili di energia innanzi di toccare i più alti valori, cioè per lungo giro di giorni, di anni od anche di secoli baderanno a crescere e crescere di continuo, senza poter esplodere e sfogarsi in tutta la loro pienezza. Tutte le leggi di geologia dinamica confermano questo lento e graduato procèdere delle forze naturali, che rendono imagine di poderose molle, le quali, dopo avere scattato una volta con piena energia, vengano di nuovo lentamente compresse e forzate a crescenti progressive tensioni, finchè un'altra volta non iscattino per intero, rendendo in un istante tutto il lavoro accumulato in lunghissimo tempo. La mina, che d'un tratto si accende e dalla quiete assoluta passa in un istante a fragorosa esplosione, non è certamente l'immagine fedele delle continue crescenti effervescenze, che sotterra preparano i violenti subitanei sconquassi della superficie.

Ora è naturale che le terre circondanti il minaccioso focolare non offrano tutte quante l'istesso grado di resistenza: molte si troveranno ancora in equilibrio meno stabile, quale fu prodotto dall'ultimo maggiore terremoto; molte pel continuo lavorio delle acque e per le trasformazi chimiche, che mai non cessano di effettuarsi, saranno ridotte a meno tenace e meno salda compagine. Perciò necessariamente accadrà che parecchie fra coteste resistenze siano vinte e smosse nelle loro malferme posizioni durante l'ultimo periodo di crescente orgasmo delle forze sotterranee, prima che il più alto massimo, cagione della crisi finale, giunga a formarsi. Quindi, per tutto il tempo che dura cotesto ultimo periodo, lievi e interrotti movimenti cominceranno ad animare l'intero radiante che va connesso a quel centro di crescenti tensioni: e tutte le sue parti, massime poi le centrali, saranno in continuo ondeggiamento, facendo prova di alzarsi, e impotenti ricadendo per ada-

giarsi in novelle condizioni di equilibrio. I quali moti, forieri dell'imminente catastrofe, saranno proporzionali alla vastità e violenza dello scoppio finale. È un vulcano che deve aprire le sue viscere di fuoco? Orribili terremoti lo precederanno per più giorni nei dintorni del suo cratere. È un semplice terremoto che deve sommuover le terre? Insolite vibrazioni, avvertite soltanto per mezzo di delicati apparecchi, sorgeranno ad annunciarlo nel suo vecchio radiante: le quali vibrazioni, a lungo continuate, potrebbero pur anco favorire per poco il migliore adattamento di tutte le parti più dislocate e sconnesse, e così mandare innanzi, per ultimo annuncio, una tregua passeggiera, ingannatrice. Non resta adunque che di sorvegliare attentamente con opportuni strumenti le variabili fasi di un radiante, di poterne notare le crescenti concitate palpitazioni, per fare in precisi termini la paurosa predizione limitata al paese occupato dal radiante.

Sono lieto di annunciare che la mia opinione fondata su deduzioni teoriche è abbastanza conforme ai risultati che per la via dell'osservazione ottennero già i miei illustri colleghi De Rossi e Favaro; il De Rossi studiando i moti miscroscopici del terreno che qua e là sorgono più vivaci all'approssimarsi di un terremoto; il Favaro richiamando le fortunate predizioni di Anassimandro Milesio, di Ferecide, del Viduare, e del vescovo astrologo che prenunciò il terremoto napoletano del 20 novembre 1343 descritto dal Petrarca (*y*).

Ma l'epoca in cui le deduzioni teoriche potranno tradursi in una pratica abbastanza sicura e positiva è ancora assai lontana, perchè più cose convien prima definire con perfetta chiarezza, fra le quali principalissime io reputo le due seguenti. Prima bisogna giungere a saper distinguere e sceverare nei delicati apparecchi microsismografici i veri moti di lontana sotterranea provenienza da quelli che facilmente son dovuti a vibrazioni parziali della fabbrica, o a correnti di aria, od a semplici azioni e vibrazioni, qualunque ne sia la natura, tanto dell'aria, come dell'apparecchio medesimo. Al qual fine io vorrei, e più volte l'ho raccomandato, associandomi ai voti del Monti e del Respighi, che l'astronomo, invitato dal telegrafo, prendesse parte qualche volta all'osservazione microsi-

smica per mezzo del cannocchiale rivolto ad una stella, che il cannocchiale dovrebbe rilevare nella stella, e rilevarlo ingrandito, il moto del suolo. In secondo luogo, valendo la teoria dei radianti così pei piccoli come pei grandi moti, bisogna poter conoscere se si tratta di onde microsismiche traversanti quali semplici raggiamenti il nostro paese, ovvero di urti primari fatti direttamente nel nostro radiante, i quali saranno sempre accompagnati da ben scolpiti sussulti. Una tale distinzione è veramente capitale, se non vogliamo gridare l' allarme per ogni lieve terremoto di consenso, o fare le nostre predizioni come le fa il lunario, quando mette bel tempo o tempesta senza dire dove; che è un predire illusorio ed inutile, un far paura a tutti senza alcun pro, o piuttosto un far paura a nessuno. Bisogna dunque augurarsi di poter determinare coll' aiuto di antiche e nuove osservazioni i luoghi che fanno ufficio di radianti, come forse a me riusciva per la spiaggia riminese, dove perciò le osservazioni microsismiche acquistano la più alta importanza, promettendo assai sicurezza di predizioni: bisogna augurarsi di poter giungere a conoscere le riposte sedi dove il terremoto a lunghi periodi si prepara: in breve, bisogna poter disegnare la carta sotterranea dei nostri focolari e la carta dei loro radianti disseminati alla superficie: due carte che dovranno fondarsi nella carta geologica del paese e nella storia sismologica delle varie sue parti. Senza di ciò il problema della predizione del terremoto, comechè in teoria se ne vegga possibile la soluzione, resterebbe eternamente al punto a cui erano le predizioni del tempo quando le origini e il corso delle burrasche atmosferiche erano ancora un mistero.

Affrettiamoci adunque a rivolgere le nostre osservazioni ed analisi a precisi intenti, a positive determinazioni; affrettiamoci a creare la sismologia sotterranea, di cui la sismologia della superficie non è che un' eco accidentale e fuggitiva: e forse l' Italia nostra, che meglio d' ogni altra terra si presta a sì difficili studi, e dove è sorta da pochi anni tanta premura e nobilissima gara di osservare le minime vibrazioni del suolo, avrà il bel vanto di aver preparata e anticipata l' epoca felice, in cui l' uomo per mezzo di non fallaci previsioni saprà difendersi dalle tremende inestinguibili furie del terremoto; tremende inestinguibili, finchè duri la vita del globo

e questo splendor giovanile che abbella la sua superficie, necessario al perenne ringiovanirsi dell' umanità, agli incessanti progressi delle scienze e dell' industrie, ai nuovi e maggiori trionfi dello spirito sulla materia.

NOTE.

(*a*) Nel Quadro, già riportato a pag. 9 e seg. del presente volume, i gradi di forza corrispondono alla scala del prof. De Rossi, nella quale i numeri da 1 a 10 hanno prossimamente i valori seguenti:

1. terremoto leggerissimo, avvertito solo dai sismografi.
2. leggiero, avvertito da pochissimi.
3. leggiero, avvertito da molti.
4. avvertito da moltissimi, seguito da tremolio sensibile di sopramobili.
5. mediocre, con qualche tocco dei campanelli.
6. forte: suono generale di campanelli: arresto di orologi.
7. molto forte: caduta di calcinacci: suono di campane da torre.
8. fortissimo: caduta di fumaioli: lesioni nei fabbricati: fuga dalle case.
9. con assai rovine.
10. con grandi generali rovine.

(*b*) A chi volesse supporre una concorrenza di raggiamenti, piuttosto che un nuovo e proprio focolare del Riminese, risponderei: 1.° le onde secondarie, sempre più deboli delle primarie, difficilmente producono, anche riunite, maggiore sconquasso di quello che si ha nel radiante; perchè molto meglio si raccolgono e si sommano nel radiante stesso, di cui ogni parte non solo oscilla per l'urto diretto ricevuto di sotterra, ma ancora per l'oscillazione delle parti vicine. 2.° Nel caso nostro mancano quelle speciali conformazioni topografiche, che di quella concorrenza potrebbero esser causa, come si vede nell'andamento dei fiumi Isauro, Conca, Marecchia, ecc. 3.° L'andamento delle scosse prime littorali da monte a mare mostra che ivi giunsero le onde derivate nel loro corso più diretto, cioè in via perpendicolare al radiante; e se altre onde vi fossero giunte per altre vie convergenti, vi sarebbero arrivate qualche minuto più tardi, e quindi non si sarebbero congiunte alle prime. 4.° Nel 1873 io sospettai qualche incontro o interferenza di onde venute sulla spiaggia dai due radianti lontani. Ma allora avemmo in questi fortissime commozioni. Pure allora Rimini e la spiaggia tremarono solo debolmente. Ora coi radianti deboli, tanto più debole sarebbe stato un effetto di concorrenza di onde. Non v'ha dunque ragione di temere che possano convergere sopra Rimini in un gruppo più minaccioso i raggiamenti appenninici e adriatici. Se così fosse, credo che la povera Rimini non sarebbe più in piedi. « Cesenatico (mi scriveva il Signoretti) non ha esempio di terremoti così gagliardi come l'ultimo. Nel 1870, quando il sotterraneo nemico funestava la Romagna, il terremoto era poco sentito a Cesenatico, e per i più passava inosservato. »

Intorno alla nostra spiaggia v' ebbe un forte maremoto: un trabaccolo dinanzi a Cesenatico n' ebbe rotto il timone: i marinai dovettero aggrapparsi all' impavesato per non cadere. Ma questi moti non vennero da NE, perchè a maggiori distanze dal nostro lido furono minori o insensibili.

(*c*) Questo volgare dettato non intendo però io di difenderlo e di darlo per norma a chi vuol sapere come debba regolarsi nel tempo di un terremoto. Sta bene che non si eccitino forti scotimenti nelle travature o nelle volte che sorreggono i pavimenti delle stanze; ma non istà bene che chi occupa la parte media delle stanze se ne resti fermo, quasi per aspettare che il soffitto gli cada sulla testa, o il pavimento gli manchi sotto i piedi. Ognuno sa che il terremoto porta i maggiori suoi danni nell' interno delle abitazioni, lasciando quasi inalterato l' aspetto esteriore di una città; perchè i muri esterni delle case difficilmente cadono; ma facili e frequenti sono le cadute delle soffitte e dei muri minori dell' interno. Se siete dunque in casa, correte a collocarvi, senza fare gran fracasso, nelle grossezze dei migliori muri che avete vicini, cioè nei vani delle porte, o meglio nei vani delle finestre. Se la casa è fabbricata con discreta solidità, in cotesti luoghi siete sicuro. Un buon rifugio sono pure le scale, intendo le solide scale chiuse fra solidi muri. Così ha dimostrato l' esperienza, e così ne insegna la ragione: perchè i due muri che racchiudono la scala, essendo fra loro assai vicini e ben collegati, si agitano come un muro solo di larghissimo spessore. Se poi la scala vi mena presto al difuori, scendetela senza paura e cercate l' aperto cielo. Ma per le strade della città vi conviene stare ben lontani dalla ventaglia dei tetti, e perciò camminerete nel bel mezzo della strada, avviandovi a qualche piazza o alla campagna.

A me pare d' aver notato che ordinariamente nei terremoti le prime scosse sono sempre le più gagliarde e rovinose. Perciò penso che, dopo passati i primi minuti, debba mettersi da parte ogni paura e non esitare affatto di correre al soccorso degli altri.

(*d*) Humboldt numera 407 vulcani, di cui soli 225 diedero storici indizi di attività. L' atlante di Geografia Fisica di Keith Iohnstone (1859) offre un catalogo di 270 vulcani attivi, di cui 190, almeno, nelle isole o sulle coste dell' Oceano Pacifico.

(*e*) L' illustre Conte Angelo Manzoni, unitamente al sig. Fuchs, riusciva a determinare la natura della roccia che forma le sublimi e storiche rupi della Repubblica di s. Marino. Essa è una formazione calcare a *cellepora* (Briozoario), formazione che va identificata agli strati del miocene medio ed inferiore di Schio, e più specialmente ai piani inferiori del calcare di Malta. Molte altre sommità là intorno sono l' identica riproduzione delle rocce del Titano. Cotali formazioni suppongono necessariamente un progressivo abbassamento delle terre su cui s' innalzano, prima che avvenga la loro finale emersione dalle acque. Quindi sollevamento anti-

chissimo dell' eocene, poi abbassamenti sottomarini, e infine nuovo sollevamento: tutti moti che dovettero concorrere a dislocare e sconnettere profondamente questo lembo della costa adriatica. Nel passato agosto trovai col barometro (Barom. Goldscmidt) che il Borgo di S. Marino (al Caffè della Speranza), posto al piede della dirupata montagna, è alto 530 metri sul mare, cioè sta a 187 sotto il campanile della Rocca (piano della campana). Gli studi del Conte Manzoni comparvero nel Boll. del Comitato Geologico. An. 1873, 1874, 1875.

(*f*) *Narrazione dell' orribile terremoto sentitosi nella città di Rimini dopo la mezzanotte della vigilia del S. Natale nell' anno 1786.* Cesena, Biasini 1787.

(*g*) Dei maggiori terremoti riminesi, citati nel testo, restano varie memorie, che oggi hanno valore di monumenti scentifici di alta importanza; e chè perciò mi pregio di qui registrare.

Terremoto del 1308.

Dall' egregio Can. Gaetano Niccolini, Rett. del Seminario, mi viene comunicato il seguente appunto: Nella Selva Istorica del Villani è riportata la seguente memoria: « Ingens terraemotus sub die 25 Gennaro 1308, post vesperas, et ante solis occasum, magna clade affecit Ariminum: propugnacula multa dejecta, antiquiores aedes et excelsae turres partim scissae, nonnullae prostratae, neque domus quae non fuerit partim abrupta. Ipse Augustaeus Arcus, antiquis suis ornamentis et inscriptionibus decussis, truncus remansit, qui a Malatestino fuerat postea instauratus, etc. *Clementini* Hist. Lib. V. »

Anche la Cronaca Malatestiana di Fra Roberto racconta che Rimini fu scossa gagliardamente al tramonto del 25 gennaio 1308 in modo che rovinò gran parte delle mura e delle torri, nè fu casa senza danno.

Terremoto del 1672.

Commemorative di questo terremoto restano in Rimini le seguenti epigrafi, gentilmente comunicatemi dal suddetto Can. Gaetano Niccolini:

I. Sotto il loggiato del palazzo comunale:

CIVITAS · HÆC · ET · CVRIA · TERRÆMOTVS · INCLEMENTIA · DIRVTÆ · ANNO · SALVTIS · MDCLXXII · CIVIVM · CALAMITATIBUS · DIV · SVPERSTITES · INGEMVERE · DONEC · VNAM · REGNATRIX · CLEMENTIS · X · P. M. MVNIFICENTIA · MŒNIBVS · SVIS · DESTITVTAM · EREXIT · ALTERAM · MAIORI · CLADE · PROSTRATAM · PVBLICO · AERE · PROVIDA · SENATVS · MAGNIFICENTIA · INNOCENTIO · XI · PON. MAX. PARENTE · TOTIVS · ORBIS · OPTIMO · CARD. DOMNCO · MARIA · CVRSIO · ANTISTITE · HVIVS · VRBIS · OPTATISSIMO · AC · ÆMILIÆ · LEGATO · VIGILANTISS. PRISTINÆ · MAIESTATI · RESTITVIT · ANNO · DOMINI · MDCLXXXVII.

II. Nella Chiesa detta della Colonnella:

HVIVS · ECCLESIA · STRVCTVRAM · AB · INGENTI · TERRÆMOTV · ANNO · 1672 · PENE · DIRVTAM · VNANIMIS · ARIMINENSIVM · CIVIVM · PIETAS · VNDEQVAQ · REPARAVIT · ET · IN · AMPLIOREM · FACIEM · RESTITVTAM · ADM. R. P. IACOBO · D. GVIDOTTIS · A · BONONIA · DEFINITORI · GENERALI · SVMMO · STVDIO · PETENTI · PRO · SVA · RELIGIONE · TERTŸ · ORDINIS · S. FRANCISCI · EX · PVBLICA · MVNIFICENTIA · CONCESSIT · QVI · TEMPLI · PERFECTIONEM · COMPLEVIT · ET · CONVENTVS · QVI · DIRVTVS · ERAT · EXEDIFICATIONEM · SVSCEPIT · CVM · ONERE · PERPETVÆ · REINVESTITVRÆ · AD · SINGVLOS · VIGINTINOVENOS · ANNOS · SVPERADDITO · POSCENDÆ · PROVT · PAVLI · DE · ALBANIS · CIVIS · ARIMINENSIS · SVB · DIE · VII · SEPTEMBRIS · 1682 · EDOCENT · TABVLÆ · MONVMENTVM · HOC · PERENNI · ÆTATVM · MEMORIÆ · EXPOSVIT · F. HIERONIMVS · SERRA · BONONIEN. PRIMVS · HVIVS · CONVENTVS · PRIOR · ANNO · MDCLXXXXIV.

III. Nel soffitto del coro della Chiesa di S. Marino, ora S. Bartolomeo:

D. O. M. — TERRÆMOTVS · IMMEMORABILI · IMPETV · HAVD · IMMEMORANDO · QVO · CIVES · IN SACRIS · ÆDIBVS · ORANTES · DETERRVIT · PLVRES · PEREMIT · ÆDIFICIA · PENE · OMNIA · DEI · FANA · AC · TVRRES · ELATIORES · MAIORI · EX · PARTE · AVT · SOLO · ÆQVAVIT · AVT · DISRVPIT · DIE · 14 · APRILIS · CIRCITER · 21 · ANNI · ELAPSI · ANTER. HÆC · PICTVRÆ · FORNICIS · PARS · PARITER · DIRVTA · VNA · CVM · LATERIBVS · VLNARVM · X · SVPER · SINGULOS · PARIETES · RESTAVRATA · FVIT · CVM · SVA · TURRI · CAN. REG. LAT. PIETATE · ET · EXPEN. ANNO · DOMINI · M.DC.LXXIII.

IV. Nella volta dell' Arco detto de' Magnani:

FORNIX · TERRÆMOTV · DIRVTVS · ANNO · MDCLXXII.

V. Si ha pure una estesa Memoria in un manoscritto di Francesco Bonadies, già posseduto da D. Luigi Matteini, e di cui ora possiede copia anche il Canonico Niccolini. In questo MS. si accenna l'ora del terremoto, circa 21^h, il 14 aprile, e si notano i maggiori edifizi atterrati o grandemente offesi. Vi è pure una stima dei danni, che qui riporterò solo in complesso, facendo riflettere come per giudicare oggi di quelle cifre, bisogna riportarsi ai prezzi dei materiali e della mano d'opera in quei tempi. Sono cifre che stanno a segnare il vario grado di violenza che ebbe il fenomeno in vari punti:

Rimini	Scudi	136549
Coriano	»	3799
S. Andrea in Bisanico	»	305
S. Andrea in Patrignanc	»	1007
Casiano	»	1872
M. Colombo	»	714
S. Clemente	»	3114
Misano	»	1956
Castelleale	»	953
Gesso	»	379

Gemmano	Scudi	1195
S. Savino	»	1154
M. il Tauro	»	361
Molazzano	»	1284

VI. Una descrizione trovasi ancora in un MS. di Monsig. Jacopo Villani, intitolato: *Villani Jacobi Ariminensis de vetusta Arimini urbe et ejus Episcopis.* Oper. div. in 4 parti e si trova nella Biblioteca Gambalunghiana. Di esso riporto un brano in una delle note seguenti.

VII. Un' altra narrazione molto accurata data in un MS. di quel secolo mi fu trascritta dal Dott. Luigi Tonini. Fra l' altre cose vi è detto: « Tremò per lo spazio di un *pater noster* gagliardamente la terra con duplicato moto; il primo fu di polso, sommovendo di sotto a' fondamenti le fabbriche, il secondo di tremore a guisa di chi ondeggia in mare.... I morti credesi non giungere alli 200.... »

Terremoto del 1786.

Altri epigrafi che gentilmente mi ha trascritte il Can. G. Niccolini, commemorative del terremoto del 1786.

I. Nel soffitto del coro della Chiesa di s. Marino, ora s. Bartolomeo:

SACRIS · PERSOLVTIS · NOCTE · NATIVITATIS · D. N. ANNO · CIƆIƆCCLXXXVI · HORA · NONA · FRAGORE · ORRIBILI · TREMVIT · TERRA · ET · VRBS · VEHEMENTISSIME · CONCVSSA · TOTA · PENE · QVASSATA · EST · PROXIMVM · EXCIDIVM · CIVIBVS · IMMINERE · CREDITVM · HINC · TERRORE · PERCVLSI · FVGERE · SVB · DIO · MANERE · ET · IN · CASIS · LIGNEIS · DIES · AEGROS · TRAHERE · COACTI · SVNT · CANONICI · LATERANENSES · AEDITVS · ET · TEMPLO · MAGNO · SVMTV · REPARATIS · CALAMITATIS · HVIVS · MEMORIAM · PAVENTES · ADHVC · POSTERIS · RELIQUERVNT · NONIS · MARTII · ANNO · CIƆIƆCCLXXXVIII.

II. Nel Chiostro di s. Gio. Battista.

1786. — NOCTE · NATIVITATIS · DOMINI · TERRÆMOTVS · TOTAM · DISRVPIT · VRBEM.

III. Nel Chiostro di s. Francesco, ora Cattedrale:

ECCLESIAM · TVRRIM · CLAVSTRA · TERRÆMOTVS · IMPETV · ANNI · MDCCLXXXVI · PARTIM · COLLAPSA · PARTIM · COLLABENTIA · CONVENTVS · REPARAVIT · MDCCLXXXVIII.

IV. Una gran tela, dipinta dal bravo riminese Soleri Brancaleoni, ricorda nella Chiesa del Suffragio la desolazione e le rovine della tristissima notte 24-25 dicembre, in cui scoppiò questo terremoto. Cotesta pittura è indicata dal Dott. Tonini nella sua *Guida* di Rimini.

V. Fra gli scritti tiene il primo posto il « *Discorso istorico-filosofico* sopra il terremoto che nella notte del dì 24 venendo il 25 dicembre dell' anno 1786, dopo le ore 9, scosse terribilmente la città di Rimini e vari paesi vicini » che è del Dott. Giuseppe Arciprete Vannucci. Io posseggo la edizione 2ª fatta in Faenza.

VI. Esiste pure una descrizione fatta dal Zanotti, nel suo diario intitolato

Giornale di Rimini che si estende dal 1772 al 1827. Si trova nella Gambalunghiana.

VII. Più una narrazione stampata dell'Arciprete Matteo Astolfi, intitolata *Narrazione dell'orribile terremoto sentitosi nella città di Rimini dopo la mezzanotte della vigilia del Santo Natale nell'anno 1786.* Cesena, Biasini, 1787.

(*h*) *Ravenna* fu colpita da grandi terremoti in diverse epoche. Dal Canonico Antonio Tarlazzi ebbi le notizie seguenti:

An. 815: terremoto per tutta Italia, con gravi danni a Ravenna.

1561: a Ravenna forte scossa che atterrò la statua di Ercole sulla piazza maggiore.

1661: terremoto per la Romagna. Cadde la torre di Teodorano presso Meldola.

1688: 11 aprile, ore 17 1/4. Cadde la torre di s. Vitale. Altri danni gravissimi con morti e feriti. Quasi atterrato il castello di Russi.

1753: 26 al 27 luglio. Forti e generali terremoti. La terra di Gualdo presso Nocera fu distrutta.

1781: 17 luglio mattina. Moti sussultorii e ondulatorii. La città fece un voto per 10 anni.

Cervia. Forti terremoti vi ebbero luogo nel 1641. Da una Memoria favoritami dalla gentilezza del Dott. U. Ferranti risulta che il 16 giugno 1641 i cittadini fecero una processione di penitenza alla Chiesa sacra alla Beata Vergine detta *Del Pino*, e con voto solenne si obbligarono di rinnovarla ogni anno nella Domenica in Albis.

Fano ancora fu spesso agitata da gravissimi terremoti, fra i quali mi vennero indicati i seguenti dal Conte C. Marcolini.

150: Novembre. Scosse frequenti con spaventevoli muggiti nelle Romagne e altrove.

1572: 13 luglio, ore 22. Terminò di rovinare la rocca di Cartoceto.

1672: ore pomer. Caduta di torri, con morte di più persone.

1688: 31 maggio, 1 giugno. Gravissimi danni. Moti generali per tutta Italia.

1692-1693: frequenti e generali, con un massimo il 23 e 24 ottobre 1692.

1702-1703: frequenti e generali con un massimo nell'aprile.

1741: 24 aprile, ore 5 1/2. Con gravi danni.

1838: molto forte.

1842: settembre. Forte.

Vedendo tanta differenza nelle date di questi maggiori terremoti, si deve argomentare che appartengono a radianti diversi.

(*l*) Esaminando i danni fatti in Rimini dal terremoto del 1875, resta abbastanza confermata la regola che dava l'autore del *Discorso istorico-filosofico* ecc., citato di sopra; la qual regola egli ricavava dalle osservazioni fatte nel terremoto del 1786 e nell'altro del 1672.

« Dovrebbero i Riminesi, egli scriveva, nel riedificare le rovesciate fabbriche, o nel risarcire le smosse, usare d' ogni riguardo, perchè i muri che hanno la lunghezza perpendicolare da Greco a Garbino (vuol dire: i muri che hanno la lunghezza da NW a SE, ossia parallela al lido) fossero assai fermi e forti, e con chiavi di ferro incatenati con quelli che l'hanno parallela (cioè perpendicolare al lido, ossia diretta per SW-NE). »

Cotesto forte collegamento sarà senza dubbio un buon mezzo di difesa e sicurezza; ma trattandosi di stabilire qual sia nel Riminese il migliore orientamento di un edifizio, perchè meno risenta degli urti di un terremoto, la teoria fondata sui fatti conosciuti porta a dover dare il seguente consiglio: *disporre i fabbricati in modo che i loro angoli siano rivolti a Greco (NE), Scirocco (SE), Libeccio o Garbino (SW), Maestro (NW), ossia le facce dei muri (trattandosi di costruzioni rettangolari) siano esposte esattamente ai quattro punti cardinali, Tramontana, Levante, Mezzogiorno, Ponente.*

Il quale consiglio, o precetto architettonico, è fondato sulla legge ormai ben chiara delle direzioni sismiche che hanno i maggiori terremoti del Riminese. Infatti queste direzioni sono di Greco-Garbino e Scirocco-Maestro. Ora bisogna che nessuno dei muri dell' edifizio riceva questi urti di fronte, affinchè l' onda di scotimento non abbia ad operare sul muro con tutta la sua potenza. Se ci viene a battere con una obliquità di 45°, la forza incidente si spartirà in due altre forze, una nel verso del muro, la quale riescirà quasi innocente, ed una perpendicolare al muro, che tende in vero a danneggiarlo, ma sarà sempre più debole dell' onda totale incidente. A tal fine serve per l' appunto la orientazione che ho indicata. Nessun muro deve dunque guardare Greco o Garbino: e perciò gli angoli dovranno esser rivolti a coteste parti, e in una costruzione rettangolare, quale hanno generalmente tutti gli edifizi, gli altri angoli guarderanno Scirocco e Maestro. Per tal modo anche le onde provenienti da Scirocco, tanto furiose nell' ultima catastrofe (e in quella del 1672), verranno esse pure ad urtare obliquamente le facce dell' edifizio.

È questo il consiglio che io diedi ai Riminesi nella mia Memoria del 1875, cap. IX, ed è pure in generale il suggerimento che vien dato dal prof. De Rossi di Roma, versatissimo in questo genere di studi, il quale mi scriveva: « Io ho sempre detto che le fabbriche debbono avere la loro diagonale ad angolo retto coll' asse della frattura più prossima » che è quanto dire (nell' ordine delle idee seguite dal De Rossi, le quali io pure avea adottate nel 1873) la diagonale delle fabbriche deve trovarsi nella linea di propagazione dei moti.

La qual regola fu pur data in antico da Eusebio Sguario (*Specimen Phys. Geom. de terraem. etc.* Venetiis), come apprendo dall' opera del Favaro, avendo lo Sguario concluso in questi termini: .... *majora ædificia tali norma condantur, ut aliquis eorum angulus ad locum vulcani, aut propinqui averni semper obvertatur.*

In quanto alle volte convien fare la osservazione tutta particolare, che esse sarebbero sicurissime quando il terremoto battesse sempre nella direzione dei muri

che le sostengono; ma se il terremoto può prendere, come nel Riminese, due direzioni incrociate, non v'è da far altro che collocare al solito le diagonali in coteste direzioni. Al più resterebbe da scoprire quale nei vari tempi fu la direzione degli urti di maggiore potenza; e, ciò scoperto, potrebbe trovarsi utile di collocare appunto gli assi dei grandi vòlti secondo quel verso. Vero è che in tal caso sono esposti a maggior pericolo i muri perpendicolari all'asse della volta; ma in molti casi preme assai più di assicurare la volta, a causa della sua grande ampiezza. Io vorrei che su questo punto si facessero attenti esami sui più antichi edifizi, studiando il grado di conservazione, l'orientamento e il modo di costruzione delle varie volte che riuscirono illese dopo i grandi terremoti degli ultimi tre secoli, e si vedrebbe ancora se è giusta la regola di Plinio, che vuol preferiti i soffitti a volta ai palchi di travi; della quale preferenza non tutti vorranno convenire.

Del resto è veramente una disgrazia che tutte le strade di Rimini siano dirette da Greco a Libeccio, o da Scirocco a Maestro; e quindi le fabbriche tutte private e pubbliche siano collocate appunto nella posizione più adatta per risentire l'urto dei terremoti. Molte fabbriche elegantissime si vanno ora costruendo sulla spiaggia; ma una certa necessità, che viene imposta dalla direzione per SW-NE del lungo viale che conduce al magnifico Stabilimento Balneario, fa sì che anche in coteste nuove costruzioni si trascuri affatto il precetto architettonico chiaramente suggerito dall'esperienza dei terremoti passati. A Cesenatico un palazzo assai grande che era sul lido, orientato come le nostre eleganti palazzine, lo trovai quasi tutto smantellato per l'urto del terremoto del marzo 1875. È da sperare che nell'avvenire non si dimentichino queste riflessioni, almeno nelle fabbriche che si elevano fuori della città.

Infine non voglio lasciar di ricordare l'uso tanto in voga fra gli antichi di scavare dei vani nel terreno che circonda la fabbrica; su di che ha molto insistito in questi ultimi anni il prof. Favaro nel suo libro « Intorno ai mezzi usati dagli antichi per attenuare le disastrose conseguenze dei terremoti. » Se il focolare sotterraneo non è proprio al disotto dell'edifizio, certo è che le grandi cavità circostanti debbono temperare l'impeto dei moti che vengono ad assalirlo. Perciò, quando la posizione lo consenta, scaverei tutt'intorno alla fabbrica dei fossi profondi, che quindi, io penso, potrebbero pure empirsi di terra, per coltivarvi piante a profonde radici, che, oltre a conferire all'ornamento e alla salubrità del luogo, servirebbero a mantenere abbastanza sciolto il terrapieno formato. Le scosse che corrono orizzontali, o poco inclinate all'orizzonte, si smorzerebbero in parte entro quel riparo di materie anelastiche prima di arrivare a battere le fondamenta dell'edifizio.

Il prof. Bombicci riassumeva nei seguenti termini le principali regole che ho qui sopra dichiarate:

Edificando con salde costruzioni, soprattutto collegate nelle loro parti con ben disposti sistemi di leggiere intravature e di catene: scavando ampie cantine e sotterranei sotto le abitazioni (io suggerisco fuori): evitando le grandi volte e

pesanti, con il lieve sacrificio del fasto alla sicurezza: e laddove i terremoti sono frequenti, orientando le nuove case e le maggiori contrade coll' asse di maggior lunghezza nella direzione medesima tenuta generalmente dalle onde di moto: nelle ore del sopraggiunto pericolo invocando Iddio nel suo stupendo tempio della Creazione, cui è maravigliosa cupola il cielo, anzichè nel chiuso e pericoloso ambiente della chiesa, si può rendere il terremoto, se non innocuo affatto, certamente tanto meno disastroso e spaventevole, da affrontarlo al pari di ogni altra naturale vicenda. »

(*m*) Ecco in prima i punti di somiglianza fra il terremoto del 1875 e quello del 24-25 dicembre 1786 a ore 2 dopo mezzanotte, del quale lasciò preziosissime note l' Arciprete Vannucci nel suo *Discorso storico-filosofico.*

1. La scossa (dice il Vannucci) da principio fu orizzontale, da Greco a Garbino, poscia di vortice e di sussulto, finalmente tornò di ondeggiamento con la medesima direzione.

Il principio, il mezzo e l' andamento delle scosse furono adunque come nel marzo 1875.

2. Durante il terremoto (dice il V.) moltissimi osservarono e nelle case e per le strade discendere dai soffitti, dai muri e dai tetti orgogliose e vive fiammelle.... simili a elettriche scintille.

(Corrispondono al lampo che da molti fu visto nel 1875).

3. L' estensione del terremoto lungo le coste del nostro Adriatico fu maggiore che dentro terra; perchè sentissi assai vivamente da Trieste fino a Fermo.... All' opposto dentro terra appena giunse a Genova.... La scossa fu meno sensibile in quei luoghi, dove vi sono cave di zolfo.... (Perticaia, Mercato Saraceno....)

Anche nel 1875 il massimo fu lungo la costa. Al Vannucci dovea far meraviglia come la direzione da Greco a Garbino cagionasse maggiori danni nel verso di Scirocco-Maestro. Il focolare del Riminese ci spiega oggi il mistero.

4. Si può (prosegue il V.) prendere per regola quasi universale che le fabbriche le quali nel 1672, secondo la relazione di Monsig. Giacomo Villani, e secondo anche la nostra tradizione, soggiacquero a danni maggiori, anche nel presente si scorgono più assai danneggiate. »

E poichè gli storici del terremoto del 1786, che furono l' Astolfi, il Vannucci ed il Zanotti (MS) indicano i danni particolari avvenuti allora in molte fabbriche, così potè farsi un confronto coi danni avvenuti nel 1875. Un tale studio è stato fatto con diligenza dall' avv. Bonini, il quale ha trovato che per l' appunto sono sempre gli stessi edifizi che risentono maggior danno; e che questi edifizi non si distinguono già dagli altri per qualche difetto di costruzione, ma soltanto per il loro orientamento.

Dall' esame dei fatti sopra indicati emerge il singolare e veramente curioso risultato, che alla distanza di un secolo gli scoppi sotterranei si compiono nel Riminese con caratteri così somiglianti, che giustificano, a me pare, la nuova frase che

io ardisco per primo d' introdurre nella Sismologia, cioè *l' identificazione di due o più terremoti che in tempi diversi colpiscono un medesimo luogo:* nella qual frase si racchiude tutta una teoria, che io credo feconda di grandi risultamenti. E nel caso dei terremoti riminesi non solo si vede di potere identificare quelli del 1786 e 1875, ma con loro l' altro ancora più lontano, ma sempre all' intervallo di circa un secolo, del 1672, che fu il più rovinoso di tutti, come ben si rileva dalle epigrafi riportate nella nota (*g*). Infatti quell' eguaglianza dei danni (V. sopra: 4°) recati ai vari edifizi, che via via restaurati si conservano ancora, significa l' eguale direzione e composizione dei moti, e quindi con molta probabilità anche la loro identica provenienza. Del che abbastanza fa fede il MS. di Mons. Villani. (*De vetusta Arimini Urbe et ejus Episcopis*) là dove narra di cotesto terremoto, dicendo: « tonitrus extemplo una exterruit, addito *incenso fulgore,* cui solet praesentaneum esse fulmen, sed illius vice repente strepitose sibilo maximus *insurrexit terraemotus, qui per tres insimul ingentes concussiones, duae scilicet obversae et ultima erecta,* furiose solum elevavit in altum, et licet spatio brevi, tamen fere totam disrupit Urbem.... » Sicchè si ebbe, come nel 1875, il lampo, le rotazioni e i sussulti. E accennando il Villani una derivazione generica da N (*ab Aquilone*), è molto probabile che volesse comprendervi anche i punti vicini verso NE: e così v' ha pure somiglianza nella provenienza: e la identificazione di tutti e tre quei secolari cataclismi appare ben fondata.

Facilmente si comprende il gran vantaggio che può venire dallo studio di siffatte identificazioni, che si riduce infine a classificare i terremoti avvenuti in lungo lasso di anni in un medesimo paese, in tanti gruppi fra loro distinti per forme particolari: il quale studio ricorda quello che fanno gli astronomi per identificare le stelle cadenti di un dato radiante coll' orbita di qualche cometa, o fra loro le orbite di varie piogge di stelle o di varie comete. L' astronomo arriva per tal modo a disegnare nei secoli la storia degli oggetti della sua contemplazione; e noi arriveremo del pari a tracciare nella lunga vita di un secreto e fisso focolare le fasi e i periodi di attività che ne formano la particolare fisonomia, distinguendo un focolare da un altro: imperciocchè non sarà da dubitare che i terremoti simili, più volte riprodottisi in un medesimo luogo, dipendano da fissi e determinati focolari strettamente collegati ai radianti medesimi. E inoltre vi sarà buona speranza di scoprire in più casi il progressivo crescere o calare della loro attività, e fors' anco di scoprirne i lunghi periodi o le leggi regolatrici delle loro anticipate o ritardate esplosioni: tutte notizie finora insperate, ed anzi troppo lontane dai presenti propositi della scienza. Ma quand' anche non potessimo levare tant' alto le nostre mire, potremmo disegnare i maggiori e più costanti centri della vita interiore del pianeta, dai quali si diramano le poderose correnti che animano alla superficie i nostri radianti; passando così dalla sismologia della superficie alla sismologia sotterranea, dalla cognizione degli effetti all' esatta determinazione delle cause; del che infine la Sismologia deve occuparsi, se aspira ad assumere dignità di scienza.

Le quali considerazioni insegnano ai moderni sismologi due cose di gran rilievo: quanto sarebbe importante di radunare esatte descrizioni dei terremoti più antichi: quanta attenzione debba mettersi nel ben descrivere i terremoti che noi stessi sentiamo. Imperciocchè le descrizioni dei terremoti antichi servono allo studio della loro identificazione coi nuovi; e le descrizioni dei nuovi serviranno al medesimo intento pei nostri posteri.

Intanto, a confortare i miei colleghi in questo nuovo campo di ricerche, ricorderò non solo le identificazioni da me trovate dei terremoti riminesi e di quelli appennino-dalmati del 1873 e 1875, ma ancora un bell'esempio che incontrai nel Rapporto del prof. Pilla sul terremoto toscano del 14 agosto 1846, dove si legge la seguente nota: « Nel terremoto che riempì di lutto Livorno l'anno 1742 la scossa si propagò da Genova ad Orbetello, precisamente come ha fatto il tremoto di quest'anno: tutte le altre circostanze, che accompagnarono quella commozione, hanno tali analogie con ciò che è avvenuto quest'anno, che *sembra un de' due fenomeni essere stato ripetizione dell' altro.* »

(*n*) Platone nel Fedone: Sez. IX « .... il terzo fiume cade in luogo vasto infocato, e forma un lago più ampio del nostro mare di acqua e fango bollente; e quindi si rigira torbido e fangoso, e circondando la terra altrove si porta, e sul confine della palude Acherusia, senza mescolarvisi, ma più volte avvolgendosi sotterra, si getta più giù del Tartaro. Lo chiamano Piriflegetonte, le cui diramazioni si diffondono dovunque vien dato passaggio. »

(*o*) Il prof. Ferd. De-Luca in un suo fascicolo « *Sui tremuoti:* Napoli 1859 » dando conto di una Memoria del prof. Luigi Maria Greco Segr. della R. Acc. Cosentina intitolata: « *Degli Scrittori che hanno trattato dei tremuoti di Basilicata al XIX secolo* » riferisce che dai confronti fatti dal Greco in detta Memoria delle eruzioni dell'Etna e del Vesuvio e dei terremoti nei cinque secoli ultimi risulta « che le eruzioni, senza tener conto della loro intensità, hanno progredito nell'uno e nell'altro vulcano: e che hanno progredito ancora nella Sicilia e nel continente del Reame sia i tremuoti propriamente detti, sia quelle concussioni del suolo in prossimità di essi vulcani, le quali sogliono precedere, accompagnare e seguire le eruzioni. »

(*p*) Lo Stoppani ideava una parte corticale solida di 20 a 40 chilometri; poi un alto strato di materie semifluide; e il nucleo solido sempre più denso verso il centro.

(*q*) *Comptes Rendus.* 18 oct. 1875. — Diffusamente espone il Perrey le sue opinioni sulla connessione dei terremoti con le maree sotterranee nel libretto intitolato *Propositions sur les tremblements de terre.... adressées a M. Lamé.* Ivi riporta due belle osservazioni dei professori Scacchi e Palmieri sul movimento delle lave Vesuviane nell'eruzione del maggio 1855; movimento che mostrò regolari incrementi a periodi di circa 12 ore, come fa la marea oceanica.

(*r*) In una notizia *Sui lavori preparatorii della ferrovia sottomarina tra la Francia e l' Inghilterra*, ecco come si esprime il Daubrée. « Le acque penetranti nei lavori sono dolci e di bonissima qualità; alla parte superiore soltanto si sono trovate alcune vene leggermente salate. Nonostante, la comunicazione degli strati acquiferi col mare è resa evidente dall' oscillazione del livello dell' acqua nei pozzi a seconda della marea, e dall' affluenza sempre più considerevole a marea alta. » *Comptes rendus*, 26 juin 1882.

(*s*) Il Mallet diceva che « un terremoto è un tentativo fallito di formare un vulcano. » Ma qualunque forza che tende a produrre un sollevamento potrà generare un terremoto. Fra queste forze sono le grandi trasformazioni chimiche (metamorfismo), che importano ampliamento di volume. Il calcare per es. trasformandosi in gesso, per opera di sorgenti molto ricche di acido solforico, produce insieme tremori del suolo e sollevamenti. E l' abbassarsi delle terre per effetto di interni scoscendimenti o profonde corrosioni od altra causa qualunque, potrà pur farsi con moti saltuari e violenti di forma sismica.

(*t*) In un articolo del *Bollettino del Comitato Geologico d'Italia* (1874) si danno delle prove assai decisive di abbassamenti non piccoli del suolo avvenuti a Trieste, Fiume, Pola, Zara, I. Zuri, Spalatro, Macarsca, Bocche di Cattaro, Seno di Arta, I. di S. Maura, cioè per tutta la costa dell' Istria alle isole Ionie. Ma non dovrebbe recar maraviglia che l' Appennino invece continuasse il suo sollevamento. Sembrano in via di sollevamento la Sicilia e la Sardegna.

(*u*) Il Dott. Girolamo Orsi attribuiva i terremoti, che spesso si accentrano nella provincia di Forlì, come fu nel 1870, alle attività chimiche che hanno sede nelle formazioni mioceniche ed eoceniche (*Corriere delle Marche*, n. 90 e 91; Ancona 1873).

(*v*) L' illustre L. Bombicci, che fece parte della Commissione inviata dal Governo nelle Romagne a studiarvi quei terremoti, ne scrisse appunto nel senso che ho detto nella sua Memoria *Sui terremoti* letta in Bologna l' 11 dicembre 1870: nella quale Memoria prese egualmente a combattere il preteso oceano sotterraneo di lave infocate. Se in cotesto oceano, egli dice, risedesse la vera cagione dei fenomeni vulcanici e dei terremoti, non potrebbero i fenomeni sismici essere localizzati e circoscritti ad aree molto ristrette; ed intanto vediamo commuoversi pel terremoto, come appunto testè in Romagna, ristrette e limitate aree, indipendenti da ogni subordinazione con i veri vulcani.

(*x*) Mi raccomandava già fino dal novembre 1873 queste ricerche degli intimi rapporti della Sismologia colla Geologia il chiarissimo prof. Scarabelli da Imola, comunicandomi gentilmente un suo studio sul cammino delle onde nel terremoto del 12 marzo di quell' anno in relazione colle direzioni, inclinazioni, e natura lito-

logica delle stratificazioni. Noto qui di passaggio come egli rilevava molto bene che l'andamento delle stratificazioni deve favorire in generale la discesa dei moti per linee parallele dall'Appennino ai due mari.

(y) Prima del celebre terremoto di Lima del 1824, Viduare giaceva nel carcere in attesa della propria fucilazione. Stando egli coricato con l'orecchio a terra udì un profondo rumore simile al bollire di materie fuse, che gli suscitò l'idea dell'imminenza di un terremoto. Consigliò i cittadini a fuggire, ma fu stimato pazzo. Due giorni dopo, Lima fu distrutta, ed il prigioniero evase dal carcere fra le rovine.

Un fatto quasi eguale mi venne riferito per un paese poco distante di qui, cioè una predizione che si avverò esattamente, dopo che gli abitanti fidati alla medesima erano usciti all'aperto. Diverse persone me l'hanno accertato; e fra le altre il nipote del fortunato profeta, che era persona assai colta: ma nel popolo avea voce di cabalista!

DELL' INFLUENZA LUNI-SOLARE

SUI TERREMOTI.

NOTA

letta al R. Istituto Lombardo il 3 Agosto 1882.

Dalle ricerche del sig. Perrey di Dijon sulle relazioni della frequenza dei terremoti colle posizioni della luna, risultò assai bene provato che i terremoti sono più frequenti nelle sizigie e nel perigeo della luna che nelle quadrature e nell' apogeo, e nei diversi luoghi sogliono a preferenza avvenire quando la luna è vicina al meridiano.[1] I quali risultati si ebbero più generalmente come chiaro indizio delle maree del fuoco centrale, o mare plutonico, che dovrebbe generare scotimenti e rotture nella scorza terrestre, prendendo per l' azione *luni-solare* le stesse forme ellissoidali variabili che prendono gli oceani della superficie. Ma questa spiegazione diventa ognor più improbabile di fronte ai progressi della scienza: essendo che i moderni più distinti geologi, messa da parte l' idea del gran mare plutonico rinchiuso in debole scorza, assolutamente ritengono che la parte superiore del globo, seminata di vasti depositi di materie allo stato di dissoluzione acquea, mantenute ad altissima temperatura per incessante lavorio di azioni chimiche, basti da sè sola a produrre tutti i fenomeni del vulcanismo. « Le cause predisponenti ed efficienti dei terremoti (scrive il Bombicci) debbono ricercarsi nel campo dove i terremoti si producono: bisogna cercare nel terreno che si scuote l' energie che lo fanno scuotere, e che v' inducono attitudini di urti, di ondulazioni, di rombe, di sollevamenti o di avvallamenti, ed in certe aree di maggior attivi-

---

[1] Arago, *Astron. Popul.*, vol. IV, pag. 115. — *Comptes Rend. de l'Ac. des sciences:* Paris: 12 Juin 1854, e 18 Octob. 1875. — *Propositions sur les trembl. de ter. et les Vulcans formulées par M. A. Perrey, adres. à M. Lamé.* Paris: Mallet-Bachelier, 1863.

tà, perchè più soggette all'inabissarsi di acque dolci o marine l'indole idroplutonica dei veri vulcani.... La crosta terrestre, pei fenomeni endogeni della sua sconosciuta attività, basta a sè stessa. [1] »
E così, non vedendosi in qual parte e in qual modo possa direttamente intervenire un'azione *luni-solare*, molto facilmente si propende a riguardare come fortuite combinazioni, prive di ogni valore scentifico, le relazioni stabilite con immense diligentissime analisi dal Perrey e da altri.

Applicato da lunghi anni a qualche studio di sismologia positiva, io non seppi e non volli disconoscere l'evidente testimonianza dei fatti su cui quelle relazioni sono fondate, come soprattutto apparisce dalla Nota del sig. Perrey inserita nel fascicolo dei *Comptes Rendus* del 18 ottobre 1875: e perciò mi provai ad escogitare una spiegazione che collegasse fra loro, non già in modo diretto, come sin qui si è voluto, ma solamente in modo indiretto, quelle azioni e fenomeni tanto disparati, cioè le attrazioni del sole e della luna, e il periodico rinvigorire del vulcanismo nelle sue più comuni manifestazioni che sono i terremoti. [2] La mia spiegazione parve a taluno troppo artificiosa e non comprovata dai fatti: ma oggi credo poter addurre in favore della medesima un'osservazione, che ne mostra la perfetta convenienza. Intendo dire di un fatto riferito dal Daubrée in una sua Nota del 26 giugno 1882 all'Accademia di Francia, osservato negli scavi che si fanno per gli studi preparatorii relativi all'esecuzione del gran *tunnel* sottomarino tra Francia e Inghilterra sotto il canale della Manica. Nelle profonde gallerie scavate dalla parte di Francia in mezzo alla creta detta di Rouen (che traversa tutto il passo, e già sembra molto adatta, massime dalla parte Inglese, per il foro progettato) chiaramente si vede che i pozzi presentano oscillazioni di livello perfettamente concordanti colla varia altezza delle acque prodotta nel canale dalla marea oceanica, onde si nota in quei pozzi una maggiore affluenza di acque

---

[1] Prof. Luigi Bombicci, *Memoria sui terremoti di Romagna*. Rivista scientifico-industriale di G. Vimercati. Firenze: 28 Febbraio 1881: pag. 81.

[2] *Il terremoto di Rimini nella notte del 17-18 Marzo 1875, e considerazioni generali sopra varie teorie sismologiche.* § 32.

quando di fuori si ha marea alta: il che, dice M. Daubrée, è facile a comprendersi, perchè tutti gli strati acquiferi affiorano in quel luogo sotto il mare. Posta dunque la varia affluenza delle acque nelle profondità terrestri in ragione del livello del mare, e d' altra parte sapendosi che le acque marine hanno parte principalissima nell' attività dei vulcani, com' è attestato dalla natura dei loro prodotti, e dalle immense quantità di vapori acquei che, unitamente ad altri gas, provocano e mantengono le eruzioni, è naturale il concludere che l' attività vulcanica dovrà spesso presentare delle fasi concordanti con quelle della marea; e quindi dovrà mostrare una certa connessione coll' età e colle posizioni della luna. Il qual rapporto di mutua, benchè indiretta, dipendenza dovrà necessariamente manifestarsi nei risultati numerici di una grande raccolta di osservazioni sismologiche, sapendosi che i terremoti sono per la più parte di origine vulcanica, e a preferenza battono i paesi littorali, dove le comunicazioni del mare cogl' interni focolari più prontamente si compiono.

Il prof. Bombicci attribuisce gran parte nell' eccitamento dei focolari sismici del Bolognese e dell' Emilia alle acque piovane che penetrano nelle *argille scagliose,* che costituiscono una formazione molto prevalente del sottosuolo delle regioni subappennine; e così egli dà ragione della maggior frequenza dei terremoti all' epoca di piogge prolungate ed abbondanti. [1] Quindi coll' opinione del Bombicci ha molta analogia la spiegazione da me esposta, secondo la quale l' alta marea produrrebbe in molti casi nei focolari sottomarini l' istesso effetto che le forti piogge producono in altri focolari più interni dei continenti. Ma appunto perché non tutti i focolari sismici sono nutriti dalle acque del mare, perciò le relazioni colla marea e quindi coll' età della luna non possono essere generali: oltre di che facilmente si comprende che su tali influenze più spesso dovranno prevalere tante altre azioni più immediate e potenti; e così soltanto dalle medie di un numero stragrande di osservazioni potrà uscir fuori qualche piccolo valore che attesti l' influenza suddetta. Nello studio di 17249 terremoti, avvenuti in 29 anni

---

[1] Memoria citata.

(1843-1872), trovava il Perrey una prevalenza di 427 in favore delle sizigie:[1] ma lo Schmidt nello studio di soli 3000 terremoti trovava sì un massimo pei noviluni, ma al medesimo tempo incontrava un minimo pei pleniluni.[2] Altre anomalie notarono il De Rossi, il Grablovitz, il Mercalli. Sarebbe dunque grave errore ed opera vana il voler cercare l'influenza luni-solare sui terremoti in tutti i singoli casi; ma sarebbe non meno erroneo il volerla dichiarare impossibile in qualsiasi maniera. Il problema posto con sodo fondamento dalle discussioni del Perrey trova ancora, dopo cadute le teorie del plutonismo, una soluzione molto probabile nelle influenze delle maree oceaniche.

---

[1] *Compt. Rend.* 18 Octob. 1875.

[2] L. Gatta, *L'Italia, sua formaz., suoi vulc. e terrem.* 1882: pag. 481.

SUL TERREMOTO D' ISCHIA

IL 28 LUGLIO 1883.

NOTA

pubblicata nella *Rivista scentifico-industriale* di G. Vimercati,
anno XV. 1883.

Per apprezzare giustamente, in ordine alle sue cause, l'orribile terremoto che la sera del 28 luglio 1883 faceva grande rovina e sterminio in una parte dell'isola d'Ischia, bisogna innanzi tutto non dimenticare che tutta l'isola è di formazione vulcanica, del sistema detto dei Campi Flegrei; ed anzi non è che un immenso cono vulcanico, circondato da molti coni avventizi, di cui i geologi tracciano con sicurezza la storia anche nel primo suo stato, che fu di vulcano sottomarino. Il cratere principale rimane ancora ben distinto nel suo giro settentrionale quasi al centro dell'isola, dove forma il monte S. Nicola, detto ancora Epomeo, alto 790 m. sul mare: e intorno di esso si osservano le chiare vestigia di molte eruzioni che si compirono dai fianchi del gran cono in epoche fra loro molto distanti, e successivamente per bocche diverse rivolte alle varie parti dell'isola. Dal che si rivela come l'attività di questo vulcano abbia un carattere tutto proprio, cioè una grande instabilità di posizione, e come una tendenza naturale a mutare luogo. Infatti apparisce che dopo la formazione del cratere centrale il maggior nerbo delle forze vulcaniche si trasportò verso sud, abbattendo la parete meridionale del cratere medesimo, e quindi girò attorno all'Epomeo; cioè nel 470 a. C. squarciò la superficie verso NW, mandando fuori il gran torrente di lava di Marecocco e di Zale; appena un secolo più tardi eruttò verso nord le lave del M. Tabor; e infine nel 1303 d. C. emise dal fianco orientale quell'ampio fiume di lava che ancora si trova quasi intatto, disteso per più di 3 chilometri dal campo detto dell'*Arso* fino a nord del castello d'Ischia. Della quale instabilità di posizione può accagionarsi la grande densità delle lave trachitiche

dominanti nell'isola, le quali molto facilmente ostruiscono i canali eruttivi, appena sieno un poco raffreddate.

Dal 1302 in poi nessun' altra emissione di lava si è presentata. Ma i rovinosi terremoti del 1828, 1881 e l' ultimo del 1883, con altri molti registrati dopo il 1812, fra i quali furono più gagliardi quelli del 1812, 1841, 1851, 1852, 1863, 1867, 1880, terremoti tutti che rimasero quasi unicamente limitati nella piccola periferia dell' isola, cioè nacquero e si spensero nell' isola, non dovranno forse attribuirsi all' attività vulcanica sempre viva nelle viscere dell' Epomeo?

È questa l' ipotesi più semplice e naturale che possa farsi, quando si consideri, oltre la breve limitazione di questi terremoti, anche l' altissima temperatura delle sorgenti e dell' istesso soprassuolo nei luoghi più soggetti a violenti e spessi movimenti. Infatti, acqua, calore, pressione, sono i tre fattori del vulcanismo, che insieme generano le lave e tutti i fenomeni vulcanici. Dell' alta pressione esercitata da gas e vapori fanno fede i fortissimi terremoti; dell' acqua e del calore ad altissimo grado, lo stato infuocato del suolo e le acque quasi bollenti che ne zampillano.

« Sotto la mia tenda (mi scriveva il Cap. R. Serpieri) a un palmo di profondità vi è tanto calore da non potervi tenere la mano. » E l' illustre Cap. L. Gatta mi scriveva già, un mese prima della grande catastrofe: « Sono stato alcuni giorni nell' isola d' Ischia, e parmi che non possa farsi a meno di pensare che si passeggia sopra un ardente vulcano. Basti il dire che una sorgente termale ha 100 gradi di temperatura.[1] » La qual ragione addotta dal Gatta è veramente di gran valore, perchè, come ognun sa, nel-

[1] La temperatura di 100° fu trovata dal capitano Gatta nelle arene alla spiaggia dei Maronti, ed anche nella famosa fumarola di M. Cito. Il Iervis citò la temperatura di 101° nella sorgente di Barano. F. Fonseca nella sua *Geologia dell' isola d' Ischia* dice che la temperatura di 100° fu trovata dal Gussone nell' acqua di S. Angelo ai Maronti. L' istesso Fonseca dice ancora che alla marina dei Maronti, facendosi una buca della profondità di 60 centimetri, sorge l' acqua che bolle visibilmente. Oggi il Mercalli ha trovato a 100° anche la fumarola di M. Corvo a NW dell' isola.

l' acqua comunicante con l' atmosfera la temperatura di circa 100 gradi è vicina alla massima possibile che nell' acqua possa ottenersi.

Se alcuno volesse attribuire a cause non vulcaniche i terremoti Ischiani, vorrà poi supporre, io penso, una rimanenza di vulcanismo per dar ragione del fuoco che fa bollire quelle acque e mantiene così calde quelle terre. E così, poichè un' attività vulcanica, fosse pure nella fase che dicono di *solfatara*, in ogni modo vuole ammettersi, parmi veramente superflua ed arbitraria ogni altra ipotesi. Si parla di grandi cavità scavate dalle acque nei banchi di argilla, e di avvallamenti o spostamenti per caduta delle rocce superiori: due ipotesi per lo meno gratuite, se non voglion dirsi inammissibili, dappoichè le acque camminano in sottili ruscelli e non a fiumi, e restano paghe di ristretti e separati canali, forse più facili a ostruirsi che ad ampliarsi. Onde apparisce quanto vi sia di artificioso e arbitrario in questa spiegazione formata di due ipotesi sovrapposte, che neppure vengono suggerite dagli effetti, che si sanno, di tante altre sorgenti termo-minerali.

Ma è ancora da meravigliare che i sostenitori di questa ipotesi non hanno poi difficoltà di riconoscere e confessare che la catastrofe del 1881, come l' ultima del 1883, fu prenunciata da straordinari alzamenti di temperatura delle sorgenti, e da una serie di piccoli terremoti avvenuti negli otto giorni precedenti. Ora non è questo un segno manifesto della cresciuta energia del fuoco sotterraneo, e quindi della presenza di un focolare? E la frequenza delle scosse minori precedenti non indica forse che questo implacabile gigante dei Campi Flegrei si riscoteva dal suo sonno, minacciando con nuovi parossismi di rompere le catene che lo tengono avvinto?

E infine, di grazia, non saranno oggi le condizioni dell' isola quali erano prima del 1302? E se allora queste condizioni erano prodotte dall' occulta influenza di un vulcano sempre vivo, come ne fa fede l' eruzione che poi seguì nel detto anno 1302, perchè ora dovranno essere bollenti le acque, infocate le terre, frequenti i terremoti (tutte condizioni che non potevano mancare anche prima di quell' epoca), se ora il vulcano è spento?

L' illustre prof. Stoppani già denominava dall' isola d' Ischia, col

nuovo termine di *fase Ischiana,* lo stato di quei vulcani che si mostrano ancor vivi e minacciosi, benchè ridotti a lunghissima quiete: e quindi trattando dell' Epomeo scriveva: « La storia delle sue eruzioni termina con quella formidabile del 1302. Sarà stata l' ultima? Io non oserei affermarlo, e nemmeno sperarlo. Sei secoli di riposo non sono una garanzia sufficiente. »

Per tutte le esposte ragioni, che vieppiù resteranno chiarite nel seguito della presente Nota, e che bisogna considerare nel loro complesso, e in rapporto alla storia geologica dell' isola, io ritengo coi professori Stoppani e Mercalli che i terremoti Ischiani siano di origine vulcanica e segnino una fase transitoria dell' antico focolare, fase oscura e minacciosa, che non sappiamo come finirà! Dappoichè il vulcano che non ha cessato di ardere nei cavi seni dell' Epomeo, colle sue ripetute succussioni mostra di tendere senza posa ad aumentare il suo dinamismo: segno questo, che l' energia calorifica che là dentro di continuo si rinnova e si trasforma nell' energia meccanica di gigantesche pressioni, esercitate dai gas e dai vapori, non trova uno sfogo sufficiente nelle acque termali a cui in più casi non manca di accompagnarsi lo zolfo, e nei getti gassosi di cui l' isola abbonda.

E poichè i tremori, gli urti, gli avvallamenti, i crepacci del suolo, i profondi boati e il soqquadro generale (1881-1883) avvengono a preferenza nella parte NW dell' isola, ed ivi per dipiù il terremoto batte con impeto di urti verticali e con onde convergenti di varia direzione, dalle quali provengono i moti vorticosi, necessariamente si arguisce che un focolare vulcanico (certo derivato e dipendente dalle masse laviche più basse dell' Epomeo) si annida minaccioso a non molta profondità sotto quella sventurata regione.

Dalle quali considerazioni risulta intanto:

1.° Il vulcano d' Ischia non è spento, ma vive in una tregua forzata, simile a quella, durata forse 1000 anni, che precedette l' eruzione del 1302.

2.° La sua attività, molto soggetta a cangiar luogo, passò già dal centro dell' Epomeo a S, a NW, a N, a NE.

3.° Oggi è tornata a concentrarsi nel perimetro Lacco-Fo-

rio-Casamicciola, come se da questo lato le interne estuanti materie abbiano trovato qualche facile passaggio, o rotta qualche diga che impediva il loro corso.

Da questi principii, che infine non sono che l' espressione dei fatti, ricaviamo importanti inaspettate deduzioni.

E primieramente, ripensando che le bocche di eruzione e i relativi canali continuamente hanno cangiato luogo dentro la montagna Ischiana, facilmente comprendiamo che questa dev' essere per ogni parte molto fratturata e sconnessa, in modo da offrire numerose e irregolari discontinuità in tutte le direzioni; come d' altra parte si conferma pei numerosi corsi di acque che dalle viscere del monte salgono alla superficie. Chi ha una buona carta orografica dell' isola facilmente indovina questo stato di cose: dappoichè si presenta tutta seminata di profonde fratture, e così stranamente accidentata da trovare quasi un riscontro nella faccia della luna! Ora qual è l' effetto che un urto interiore, od una esplosione vulcanica può produrre sopra masse mancanti di salda compagine, e molto sconnesse e divise fra loro? L' effetto è questo, che una spinta o percussione anche violenta, quale può venire da un conato di eruzione, non si trasmette a molta distanza, ma, quasi mina che scoppia in mezzo ad un cumulo di macerie, estende i suoi effetti soltanto in una sfera di piccolo raggio; e quindi restando in breve spazio concentrata tutta la forza iniziale, di necessità succede un conquasso o sgominio generale, senza che a distanza di pochi chilometri alcuno avverta la scossa, o solo il sismografo accenni a mala pena delle vibrazioni microscopiche. Or non è questa appunto la storia fedele degli spaventevoli terremoti di Casamicciola e dei paesi vicini? Quindi in ciò che ho detto a me sembra di aver data la giusta ragione perchè, mentre un terremoto infuria e tutto crolla ed abbatte nell' isola sventurata, poco o nulla si sente nel continente vicino, e il Vesuvio e tutti i vulcani flegrei assistono al terribile subisso con una calma quasi incredibile. Laonde non parmi sia necessario, se non per qualche punto speciale, di ricorrere all' ipotesi di subitanei scoscendimenti nelle possibili cavità sotterranee dell' isola. La generale sconnessione delle interne sue parti basta a spiegare la poca energia diffusiva dei suoi terremoti e, qnasi direi,

quella specie d' *isolamento sismico*, di cui sarebbe difficile trovare altrove un esempio più perfetto.

La spiegazione da me data viepiù si completa supponendo che le parti più attive dell' interno focolare si trovino piuttosto in alto, anzichè a livello o al disotto del fondo del mare; dappoichè, com' è chiaro, le terre circostanti non comunicano col cono se non alla base, e quindi poco risentiranno gli effetti degli urti fatti contro le pareti superiori del cono. Alla quale ipotesi pur ne conduce il gran calore delle terre e delle acque, di cui fu già discorso.

Un' altra importante deduzione, che discende necessariamente dai principii posti, si è che per ora niuno potrebbe garantire la piena sicurezza di quei luoghi. Se il vulcano è vivo e vivamente nutrito, chi potrebbe aver l' ardire di additare i suoi fianchi e le sue adiacenze come tranquillo soggiorno alla popolazione?

Tutt' al più sarà meno irragionevole di ricercare se per avventura possa sperarsi che il vulcanismo dell' isola sia in istato di progressiva estinzione, sicchè meno spessi o meno estesi abbiano a temersi altri disastri. Io provo una certa ripugnanza e sgomento nel trattare di sì grave quesito; ma non posso e non debbo nascondere quei fatti più significanti che al medesimo si riferiscono.

Fino dal 1881 il bravo prof. Mercalli scriveva: « Allarmante è il risveglio dell' attività sismica dell' isola d' Ischia.... poichè è certo che dal 1302 al 1812 non avvennero violente e disastrose scosse.... invece dopo il 1812 contiamo già in Ischia più di 15 terremoti, due dei quali disastrosi, ed altri molto forti. » Or che diremo noi, vedendo che non più alla distanza di 53 anni (1828 a 1881), ma alla distanza di 2 anni torna l' inesorabile nemico, e torna con forze ingrossate, a desolare il paese?

Il sig. Giuseppe d' Ascia che scrisse una storia dell' isola d' Ischia, e lamenta gravi sventure incontrate nell' ultimo disastro, ha pubblicato oggi un assennato articolo, dal quale estraggo i dati seguenti:

« Col terremoto del 1796 perirono in Casamicciola 7 persone, e si circoscrisse il danno ai soli dintorni della parrocchia.

» Col terremoto del 1828 perirono 28 persone, e la catastrofe si distese per tutta Casamicciola di sopra.

» Col terremoto del 1881 i morti furono 119, e l'estensione della catastrofe colpì Casamicciola di sopra e quella media, più Lacco di sopra, con qualche danno a Forio.

» Il terremoto del 1883 si è disteso per l'intera Casamicciola, ha colpito la contrada Marina, ha distrutto il rione del Fango, quasi tutto Lacco-Ameno, di Forio ha subissato interamente la borgata di Monterone, le limitrofe contrade fino al villaggio di Panza a mezzogiorno dell'isola ecc. »

Le cifre e le note raccolte dal sig. D'Ascia tornano a chiara conferma di quanto già scriveva il Mercalli; e chiaro apparisce un altro fatto non punto confortante, che, cioè, coll'estendersi la sfera di azione del vulcanismo dell'isola, non è scemata nei singoli punti la sua intensità.

Io non ardisco di andare più avanti nelle mie deduzioni, ed anzi mi auguro di essermi ingannato nella opinione che mio malgrado ho dovuto formarmi, e sinceramente ho esposta.

Le sventure dei poveri Ischiani mi straziano il cuore, e temendo di cagionare ad essi alcuna pena, cesso di scrivere, limitandomi a dare qualche consiglio.

In prima io consiglierei che volessero per ora distaccarsi dai luoghi più colpiti, dal caro paese nativo dove tanto pianto hanno versato, e dove certamente resterà il loro cuore colle infinite miserande vittime del 28 luglio. Non si lusinghino col fidarsi di quella legge sismologica che ne accerta di un seguito di lunga tregua dopo un gran terremoto. La legge non è applicabile ai terremoti *vulcanici*, sicchè il Mercalli aveva potuto scrivere e pubblicare per le stampe fino dal 1881 che « l'infelice Casamicciola deve attendere anche in avvenire la sorte incontrata in quell'anno. » Pauroso prognostico, del quale disgraziatamente non si fece conto!

Per ora, secondo il mio giudizio, dovrebbesi accuratamente studiare lo stato di quelle terre, e i nuovi moti che presentano, e la natura e le variazioni dei prodotti liquidi e gassosi che ne vengono fuori: e da una serie prolungata di buone osservazioni, e dalla coscenziosa discussione delle medesime sorgerà qualche lume sulla opportunità di richiamare in quei luoghi una numerosa popolazione.

L'illustre Palmieri, che possiede così a fondo la scienza dei moti

e delle emissioni del Vesuvio, si applicherà certamente alla difficile impresa. Intanto, bramoso di concorrere a qualche bene, sottopongo a lui e agli altri dotti della Commissione incaricata di siffatti studi tutte le presenti considerazioni.

In secondo luogo vorrei consigliare che le case di legno, che ora si costruiscono, almeno non vengano piantate in troppa vicinanza del mare. Imperocchè non bisogna scordare che nella terza eruzione storica (352 a 400 av. Cristo) che ebbe luogo dall' Epomeo, raccontata da Timeo e Strabone, successe un grande movimento del mare (maremoto), che per due volte si allontanò dall' isola, e altrettante ritornò sulla costa producendovi immensa inondazione. Or sapendo che in fatto di terremoti pur troppo il futuro è molto simile al passato, chi potrebbe assicurare che anche questo pericolo non si prepari nei futuri cataclismi dell' isola?

Infine non voglio lasciar di ricordare che le grandi cavità sotterranee sono spesso un' efficace difesa contro i terremoti, almeno contro quelli di ondulazione. Questo principio rettamente applicato gioverà non poco nelle indagini che certamente si faranno sui vari effetti dinamici prodotti negli edifizi di Casamicciola, che, per quanto dicono, aveva grandi vani nel sottosuolo; e potrà venire utilmente applicato nella fondazione dei nuovi edifizi che un giorno si faranno, lungi però dai centri soggetti a moti sussultori. Quando la posizione lo consenta, io scaverei tutt' intorno alle fabbriche dei fossi profondi, che quindi potrebbero pure empirsi di terra non troppo battuta, per coltivarvi piante a profonde radici, che oltre a conferire all' ornamento e alla salubrità del luogo, servirebbero a mantenere abbastanza sciolto il terrapieno formato.

SUL TERREMOTO DELL' ISOLA D' ISCHIA

IL 28 LUGLIO 1883.

NOTA

letta al R. Istituto Lombardo il 13 Dicembre 1883.

È oggi comune opinione dei sismologi e geologi che l'orribile terremoto dell' isola d' Ischia del 28 luglio 1883 sia stato di origine vulcanica, e che le commozioni dell' isola, grandemente cresciute in frequenza, in intensità ed estensione dal 1828 in poi, accennino una fase minacciosa dell' antico vulcano. Quindi gravi timori e infausti presagi sull' avvenire dell' isola e studi e ricerche sui rapporti che esistono fra le condizioni dell' Epomeo e le regioni vulcaniche vicine, nell' intento di scoprire se per avventura da questo lato qualche ragione si presenti atta a mitigare i concepiti timori. A questo studio è consacrata la presente Nota, con l' aggiunta di qualche nuova riflessione sul radiante sismico dell' ultima spaventosissima commozione.

I.

In primo luogo, attesa la grande vicinanza del Vesuvio ai Campi Flegrei propriamente detti (estesi dal Sebete alla spiaggia di Cuma con più le isole d' Ischia, Procida e Vivara), è naturale che l' uno e gli altri si riguardino come formanti un solo distretto vulcanico; e perciò in conformità dell' antica massima di Humboldt facilmente si pensi che il Vesuvio adempia l' ufficio di valvola di sicurezza per tutta la regione Flegrea, e che nessuna esplosione abbia a temersi nell' isola d' Ischia finchè uno sfogo è aperto alle lave nel cratere vesuviano. Il che sembra ben comprovato dalle passate eruzioni Flegree, che ne' tempi storici avvennero du-

rante lo stato di riposo del Vesuvio, finchè, come scrive il professore Stoppani « la terribile eruzione del Vesuvio del 1631 fu il segnale di pace dei Campi Flegrei, pace che dura ancora, come dura ancora l' attività del Vesuvio. [1] » Ma una forte obbiezione si leva contro questo confortante pensiero, quando si considera che le lave ischiane e delle altre parti dei campi Flegrei sono molto diverse per composizione dalle lave del Vesuvio, e che giammai ne' secoli passati le lave di una regione si elevarono e si scaricarono pei crateri dell' altra, [2] sicchè al presente caso si applicherebbe giustamente quanto scriveva il Reclus intorno ai focolari vulcanici di una stessa regione, cioè: « Se vi ha qualche rapporto geologico attuale fra i vulcani di una medesima regione, ciò probabilmente avviene perchè i loro fenomeni dipendono dalle medesime cause generali del clima, e non già perchè siano essi immersi colle loro basi in un medesimo oceano di fuoco. Gli orifizi vulcanici non sono dunque da ritenersi come valvole di sicurezza. [3] » Ma se un camino vulcanico non adempie in modo diretto l' ufficio di valvola di sicurezza scaricando i prossimi e diversi focolari delle lave che internamente vi ribollono, non vi è forse fra due focolari vicini qualche altro legame, qualche altra maniera di reciproca influenza, che renda quasi impossibili due eruzioni contemporanee?

Mi sia permesso di esporre su questo punto un pensiero forse nuovo, che scioglie i dubbi testè accennati e rischiara al medesimo tempo molte altre questioni. Io penso che come a traverso i più alti strati della crosta terrestre circola continuamente l' acqua allo stato liquido in folto intreccio di svariati canali di tutte le dimensioni, dal filetto capillare al fiume, così negli strati più profondi, massime nelle sfere infocate che circondano le fucine del vulcanismo, vi sia generale e molto attiva circolazione di acqua allo stato di vapore. Il quale concetto è perfettamente comprovato dal fatto certissimo che l' acqua s' infiltra e scende nelle viscere del

[1] Stoppani, *Corso di Geologia,* vol. I, § 723.

[2] C. Fuchs, *Vulcani e Terremoti,* Bibl. Internaz., pag. 279, 282, ecc. — G. Mercalli, *Vulcani, e fenomeni vulcanici in Italia,* Milano, Vallardi, 1883, pagina 177, ecc.

[3] Élisée Reclus. *La Terre,* vol. I, pag. 608, 697, ecc.

globo fino a grandi profondità:[1] dove perciò, per l'alto calore che incontra, dovrà continuamente in gran parte vaporizzarsi; e infine scaldandosi oltre la sua temperatura *critica*, che è appena di 400° (secondo Clausius 332°), dovrà nonostante le più alte pressioni convertirsi in vapore, o gas acqueo, dotato di una velocità termica superiore ad ogni immaginativa. Ora non può essere a meno che il vapore a sì alta tensione non s'insinui per i più sottili meati, e quindi incontrando le tante fessure esistenti fra terreni diversi o dislocati dovrà eziandio trasportarsi lontano, meglio che non fa l'acqua allo stato liquido negli strati superiori. Nel caso poi di un focolare vulcanico avremo intorno di esso una vasta e molto densa atmosfera vaporosa compenetrata con le terre circostanti: dappoichè come si sa, nei seni di un vulcano, dove le stesse lave sono magma cristallini disciolti e impastati coll'acqua, ondeggiano e fremono violentemente compresse immense masse di vapori, che invaderanno tutte le rocce circostanti, grandemente favoriti nelle loro fughe e radiazioni più lontane dalle numerose fratture, che si diramano per ogni verso, sino a grandi distanze, attorno ad un centro vulcanico. Così ne' profondi recessi del globo si fa una circolazione di vapori al tutto somigliante a quella delle acque della crosta superiore. E come allato dei fiumi oltremodo copiose e continue trapelano le acque fluviali, che vanno ad ali-

---

[1] A conferma di un tal fatto stanno le esperienze del Daubrée da lui ricordate in questo senso nelle seguenti parole di una sua recente Memoria, relativa appunto al terremoto di Casamicciola: *Comptes Rendus de l'Ac. des Sciences*, 8 oct. 1883: « les pertes incessantes que subissent ces résevoirs intérieurs par suite des quantités énormes d'eau à l'état de vapeur qui s'en dégagent chaque jour, doivent être réparées par une alimentation partant de la surface. J'ai montré par une expérience que cette alimentation peut se produire à travers les pores mêmes de certaines roches. La simple action de la capillarité agissant concurrement avec la pesanteur force l'eau à pénétrer, malgré les contre-pressions intérieures très fortes, des régions superficielles et froides du globe jusqu'aux régions profondes et chaudes, où, à raison de la température et de la pression qu'elle y acquiert, elle devient capable de produire de très grands effets mécaniques et chimiques. »

Può vedersi sulle esperienze del Daubrée il libro del capitano Luigi Gatta intitolato: *L'Italia, sua formazione, suoi vulcani e terremoti*, Milano, Hoepli, pag. 274 e seg.

mentare molte vene e sorgenti del territorio, così intorno ad ogni fornace vulcanica si avranno sotterra copiose diffusioni vaporose, che stendono il loro dominio su tutta la rete dei canali acquiferi e vaporiferi di un ampio distretto.

Ammessa questa circolazione sotterranea dei vapori, necessariamente consegue che le loro tensioni si comunicheranno più o meno rapidamente da un luogo all' altro; e quindi i focolari situati a brevi distanze, com' è il caso della nostra zona vulcanica situata alla base sud-ovest degli Appennini, non saranno del tutto indipendenti fra loro; ma anzi si troveranno così connessi da formare come una catena od un sistema unico, in cui ogni parte è solidale colle altre: come avviene in più vasta estensione e più liberamente per le svariate pressioni dell' atmosfera.

La quale teoria [1] è feconda, a me pare, di parecchi inattesi corollari, tra i quali più diretti e principali si presentano i seguenti: 1.° Si rende facilmente spiegabile il fatto più volte notato di una certa, direi quasi, simpatica corrispondenza tra le manifestazioni vulcaniche di punti lontani di una data zona vulcanica, od anche di più distretti vicini, come in parecchi scritti ha recentemente dimostrato il prof. Mercalli. [2] Infatti i vapori circolanti per l' interno del globo debbono necessariamente disporsi alla guisa dei gradienti barometrici dell' atmosfera, dando luogo in egual maniera a variabili correnti, comunque tardissime e stentate, atte a trasportare l' energia a punti lontani. 2.° Si deduce ancora che un segno precursore del terremoto sarà sovente il subito accrescersi delle sorgenti termali o l' alzamento di loro temperatura; perchè le masse vaporose, che per ragione di cresciuta quantità e tensione stanno per scuotere violentemente la terra, debbono partecipare la loro

[1] « Una vera teoria vulcanologica (scrive il Mercalli nella sua Nota del 1881 *Sui terremoti d' Ischia*) non può ammettere che i magma lavici sotterranei si trasportino liberamente da uno ad un altro focolare sismico-vulcanico; e deve dar ragione della singolarissima distribuzione dei fenomeni sismo-vulcanici nello spazio e nel tempo, ossia del loro evidente concatenamento topografico e cronologico. »

[2] G. Mercalli, *I terremoti dell' isola d' Ischia*, Società Ital. di Scienze naturali, vol. XXIV. – *Attività sismo-vulcanica nelle isole Eolie.* — Ibid. *Eruzione Etnea* del 22 marzo 1883, vol. XXVI.

nuova potenza ai canali vaporiferi più profondi, e quindi maggiore spinta e calore a tutte le acque superiori, essendo necessariamente fra loro collegate le due circolazioni dell' acqua allo stato liquido e dei vapori che da essa derivano. 3.° Inoltre si comprende come in altre condizioni di luoghi e qualità di terreni possa pur darsi come segno precursore del terremoto il fenomeno totalmente contrario, cioè una diminuzione della portata delle sorgenti, e un abbassamento di livello nelle acque dei pozzi. Infatti per effetto della maggior forza espansiva dei vapori traversanti i più bassi strati, possono i canali acquiferi superiori, od i fori capillari alimentatori di quei canali, venire così compressi sovra sè stessi da impicciolirsi grandemente le loro luci, od anche da otturarsi affatto; e per tal guisa saranno arrestate, o in parte deviate le acque che salivano alla superficie. 4.° Colla stessa teoria si arriva infine anche alla singolare deduzione che un camino vulcanico in aperta attività deve veramente far l' ufficio di valvola di sicurezza per tutti i prossimi focolari, benchè fra i loro distinti bacini non vi sia passaggio o scambio di lave. Infatti durante l' eruzione, che è sempre prodotta e mantenuta dallo sfogarsi del vapore, tutte le masse vaporose imprigionate in un bacino vulcanico perdono grandissima parte di tensione a causa del loro dilatarsi e delle immense quantità di calorico che trasformano in lavoro meccanico: quindi in tutta la voragine vulcanica si forma un centro di aspirazione pei vapori che attraverso alle sconnesse pareti fanno capo al suo interno, aspirazione che a grado a grado si propaga sempre più lontano, fino a farsi sentire nei focolari vicini: dove in conseguenza le tensioni si abbassano, e perciò si rendono sempre meno probabili le minacciate esplosioni, come volevasi dimostrare. In più ampia scala si vede l' istesso effetto attorno ai cicloni dell' atmosfera, i cui centri richiamano le masse aeree vicine; e durando in essi il moto dell' aria in colonne ascendenti, facilmente avviene che per una serie di successive aspirazioni resti sgravato e invalidato qualche anticiclone che per avventura si trovi sui confini di quella sfera d' azione.

Concludo adunque che non bastano le accennate obbiezioni a cancellare l' antica massima di Humboldt, e che una eruzione sem-

pre aperta in un punto, purchè molto copiosa, è generalmente valvola di sicurezza pei più prossimi vulcani del distretto. Così nel caso nostro sull' appoggio della teoria e dei fatti dovremo ammettere la salutare influenza esercitata dal Vesuvio sulle maggiori esplosioni temibili nell' isola d' Ischia; e sebbene l' Epomeo abbia sempre a conservare l' antica indipendenza delle sue lave assolutamente provata dai fatti, ben è da credere che non potrà esso troppo infuriare, finchè ai vapori sotterranei sia aperto libero e ampio sfogo nel cratere vesuviano. « L' Epomeo non si riattiverà, finchè il Vesuvio fuma.[1] »

II.

Se l' Epomeo, che ancora non è spento ma percorre la sua fase di estinzione, non aprirà i suoi seni finchè il Vesuvio fuma, resta da indagare se sia sperabile la quiete sismica dell' isola, e se perciò il pericolo di eruzioni al quietarsi del Vesuvio anderà via via dileguandosi, o diverrà ognor più grave e pauroso, come si accenna dai noti parossismi del 1881-82-83, ognor più cresciuti in potenza ed estensione. In riguardo al qual problema molto opportunamente si pensò di ricercare se l' attività vulcanica del sistema flegreo, a cui Ischia appartiene, mostri forse di prediligere nell' epoca moderna piuttosto una parte che un' altra di quel distretto. Quindi considerando come l' ultima eruzione flegrea fu quella che nel 1538, dopo spaventosi terremoti, dette luogo alla subitanea formazione del M. Nuovo sulla spiaggia di Pozzuoli, nacque in alcuno il pensiero che il vulcanismo dell' intera regione siasi ritirato dalle isole per prendere di mira i punti del continente: che sarebbe buona fortuna per le isole, e troppo grave condanna pel continente. Ma se si guarda più indietro, e si mettono in calcolo le eruzioni flegree dei secoli precedenti, s' incontrano ragioni di pieno disinganno; perchè sembra piuttosto, volendo stare in questo ordine di idee, che gli scoppi vulcanici avvengano alternativamente nelle due regioni continentale ed insulare.

[1] Ing. F. Zampari, Giorn. *Il Pungolo*, Napoli, 12 agosto 1883.

Intervalli	
	nel 1198 fu grande eruzione alla solfatara di Pozzuoli.
104 anni	
	nel 1302 eruzione nell' isola d' Ischia della vasta e lunga corrente di lava trachitica detta l' Arso.
236 anni	
	nel 1538 eruzione sulla spiaggia di Pozzuoli di ceneri, lapilli e fanghi, che in meno di 2 giorni formarono il M. Nuovo, alto 140 metri.

Quindi, come in addietro, non è oggi improbabile un passaggio dell' attività vulcanica dal continente all' isola, essendo già corso un intervallo maggiore dell' ultimo, cioè di 345 anni, e avendosene spaventevoli preludi nelle rovine di Casamicciola, Forlo e Lacco Ameno.

III.

Infine io volli vedere se per avventura l' alternativa delle esplosioni di Pozzuoli, dell' Epomeo e del M. Nuovo avesse alcuna relazione col moto di altalena che si verifica sulla spiaggia Pozzoliana, del qual moto sono famose le prove offerte dalle colonne del tempio detto di Serapide. In questo riguardo importa ricordare che il pavimento di quel tempio, dopo essersi lentamente abbassato nel corso di molti secoli al disotto del livello del mare di almeno sei metri, che fu la sua massima sommersione, cominciò, stando alle date ben stabilite dal prof. Mercalli,[1] intorno al 1500 a rialzarsi di nuovo, forse in correlazione colle spinte che dovevano finire collo squarciare la terra nel 1538 per gettar fuori la materia del M. Nuovo: ed il moto di emersione del detto pavimento si compì verso il 1807, essendo già tornato in quell' epoca ad un livello superiore a quello del mare. Durò dunque il moto ascendente

[1] G. Mercalli, *Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia.* Milano, Vallardi, 1883, pag. 23.

della spiaggia circa 3 secoli, cioè dal 1500 al 1807; e in questo lungo intervallo non si ebbero, per quanto si sa, disastri geosismici nell' isola d' Ischia.

Dopo il 1807 la spiaggia Pozzoliana è tornata ad abbassarsi, e sembra oggi proseguire in un nuovo periodo di sommersione, essendo già il pavimento del Serapeo ridisceso di un metro sotto il livello del mare. Ebbene, appunto in questo tempo abbiamo i grandi terremoti dell' isola d' Ischia. La quale coincidenza diviene più significante, quando si riflette che l' eruzione ischiana del 1302 ebbe luogo nel tempo di massima sommersione del medesimo littorale.

È questa senza dubbio una relazione assai vaga, ma non immeritevole di attenzione, perchè quei moti alternati della spiaggia possono ben dipendere dalla stessa causa che generava le sopraddette alternate eruzioni, cioè posson essere prodotti da lenti oscillatorii spostamenti del maggior nerbo delle forze endogene del paese.

IV.

Concludo adunque che in quanto alla quiete sismica dell' isola, non sembra potersi trarre alcun favorevole augurio dalla storia delle passate eruzioni flegree, o dai loro rapporti coi movimenti di quel suolo. D' altra parte è ben evidente che l' attuale moderata attività vesuviana non basta a indebolire o a spegnere le alte energie che ognor più si accumulano nelle viscere dell' Epomeo. Quindi se una eruzione non dovrà temersi finchè lo stendardo di battaglia si agita sulla cima del Vesuvio, dovrà pur temersi, salvo forse il caso di una fase pliniana del Vesuvio, che la povera isola abbia ad essere non poco conquassata dal terremoto anche in avvenire. E in questo tempo sarà da studiare se per caso l' area delle maggiori scosse si faccia sempre meglio definita e più ristretta, come dovrebbe accadere (secondo le giuste riflessioni del sig. Iohnston Lavis) quando il centro di azione venisse sempre più alzandosi verso la superficie.[1] Alla quale indagine io alludeva in altra mia

[1] H. S. Iohnston Lavis, Giorn. *Il Piccolo*, Napoli, 2 settembre 1883.

Nota, quando consigliava di studiare i nuovi movimenti dell' isola, e la natura e le variazioni de' suoi prodotti liquidi e gassosi, per formarsi un criterio sulla opportunità di richiamare in quei luoghi una numerosa popolazione. Indagini e studi che dal lato scentifico compariscono altamente importanti, perchè relativi ad un problema non mai tentato dalla scienza, e che potrebbe vedersi risoluto di fatto quando il Vesuvio tornasse in uno stato di lungo riposo; e dal lato pratico e umanitario non meno si raccomandano dopo le tremende concussioni di questi ultimi anni, e dopo che i professori Fuchs e Stoppani apertamente scrissero che il riposo di 500 anni non può dare una completa sicurezza contro il ripetersi di una eruzione dell' Epomeo.[1]

Ripensando poi alle eruzioni antiche accompagnate da maremoto e inondazioni, converrebbe disporre i nuovi edifizi a livello non troppo basso.

V.

Passo ora ad esporre alcune considerazioni sul radiante sismico del 28 luglio, invitando i sismologi a meglio definire il centro di radiazione di quel gran terremoto, mentre a me pare, dietro l' esame di alcuni fatti, che operassero contemporaneamente due radianti diversi, cioè uno ben noto intorno a Casamicciola ed un altro intorno a Forio. Il capitano Gatta, ammette pure un secondo radiante; ma crede che operasse dal mare a nord di Forio.[2]

Il sospetto di tale novità mi balenava alla mente, quando seppi il seguente fatto dal sig. G. D'Ascia di Forio, che fu spettatore dell' orribile catastrofe: « In casa mia, egli scrive, a quell' ora la persona di servizio, intenta ad apparecchiare la tavola per la cena, aveva situati ai loro posti i bicchieri a calice per l' acqua e per il vino, e così le bottiglie da riempirsi più tardi. Fa il terremoto; la

---

[1] C. Fuchs, *Monografia dell' Isola d' Ischia*, Mem. del Comitato Geol. Italiano, vol. II. — Stoppani, *Il Bel Paese*, Terza ediz., Milano 1881, Serata XXV, pag. 442, — Idem. *Corso di Geologia*. vol. I, § 645.

[2] *Sismologia terrestre* del capitano Gatta. Manuali Hoepli, 1884.

mia casa è scossa, cadono le stanze, si sfasciano le mura, si spalancano le volte, si subissa il tetto: un' alta cupola di una chiesa prossima si rovescia sulla stanza superiore a quella da pranzo, che aveva una finestra spalancata: la palla di macigno, che completava il lanternino della cupola, s' intromette per quel vano e va a cadere sotto la tavola. La volta della suddetta stanza da pranzo si fende in mille parti, in tutte le direzioni, le sfabbricine coprono la tavola, ed *i bicchieri e le bottiglie rimangono al loro posto senza rovesciarsi.* »

Il qual fatto mi richiamava naturalmente al pensiero l' altro simile avvenuto a Casamicciola nell' albergo *La piccola Sentinella* ormai noto a tutti, e descrittomi dall' istesso sig. D' Ascia nei seguenti termini: « A Casamicciola crolla, rovina una parte del vasto locale della *Piccola Sentinella*. In mezzo a quella rovina rimane come scoglio impavido la sala da pranzo, con bottiglie e bicchieri in piedi e coi lumi accesi sulla tavola. Venuto il giorno 29 si vedono ancora i lumi accesi. Dei colombi e dei passeri si trovano morti fra le rovine, non avendo avuto tempo di fuggire a volo. »

Ora poichè i bicchieri e le bottiglie non potevano restare in piedi se la scossa, così veemente come fu, non li avesse spinti per linea quasi perfettamente verticale, il qual fatto vale quanto le indicazioni di buoni sismografi, io ebbi naturalmente a pensare che Forio, al pari di Casamicciola, sia stato scosso da un urto primario verticale, ossia che un secondo radiante operasse da Forio al medesimo tempo di quello di Casamicciola.

Sorpreso della novità riscrissi al sig. D' Ascia pregandolo a ricercare se altri fatti avessero provato la natura sussultoria dei moti del suo paese. Ed egli prontamente rispondeva: « .... divido perfettamente la sua opinione, cioè che il moto del 28 luglio fu sussultorio; e mi confermano in tale opinione i seguenti fatti: 1.° Alla contrada Monte, nel tenimento di Forio, un tal Vito Ottaldo aveva in un suo vigneto un enorme masso di pietra tufa, che votata da moltissimi anni gli serviva per cellaio da pigiar uva. Questo immenso masso, di un sol blocco, col terremoto del 28 luglio si è sfasciato e distrutto, rovinando su sè stesso. E l' istesso è accaduto di altro enorme masso tufaceo, usato pure per cellaio, in un fondo

della contrada Bocca. 2.° Una giovane di Forio, per nome Colomba Russo d' Ignazio, che abitava sulla vetta di Monterone, racconta che al momento del terremoto si trovava fuori in un terrazzo di casa sua. La casa rovinò, la madre ed una sorella rimasero schiacciate sotto le rovine, il terrazzo ove ella si trovava pure precipitò; ed ella, come trasportata da una mano invisibile, si trovò su di un masso di fabbricato posto dirimpetto alla sua casa, essendo interposta tra il masso e la casa una via non ristretta, e quel masso essendo ad un livello più basso della casa. Riportò la frattura di una gamba, ed ora è guarita.... Conchiudo da questi fatti (prosegue il sig. D'Ascia) che la scossa dovette essere sussultoria. »

Dopo queste notizie non può aversi più alcun dubbio che un urto diretto e verticale operasse anche nella regione di Forio. E naturalmente esso sarà stato qua e là di diversa intensità secondo la natura dei terreni pei quali veniva trasmesso alla superficie, e avrà prodotto componenti più o meno inclinate secondo il pendio della superficie medesima. In quanto poi alla potenza di quel primo sussulto, ben è chiaro che dovette essere grandissima, dacchè fu capace di scompaginare e sciogliere in frantumi dei blocchi di tufo, e di far saltare in aria e fuori del terrazzo quella persona, che altrimenti sarebbe precipitata fra le rovine del terrazzo medesimo.

A Casamicciola il Palmieri notava che « là dove i fabbricati erano poggiati in parte sulla vetta della collina ed in parte sul pendio, si divisero in due, rimanendo una in piedi e l' altra rovinando. » [1] Così a giudicare da quanto è successo a Monterone, dove l' azione distruggitrice del terremoto fu maggiore che a Casamicciola, credo che anche i danni di Forio non sarebbero stati inferiori a quelli di Casamicciola, se un maggior numero delle sue fabbriche si fosse trovato sul declivio del monte. Perciò sospetto che il radiante di Forio non operasse con minore veemenza di quello di Casamicciola. E se i due radianti operarono, come pare, con perfetta simultaneità, saranno avvenuti per l' isola numerosi fenomeni d' interferenza, che ancora si potrebbero investigare.

---

[1] Palmieri, Conferenza. Giorn. *Il Piccolo,* Napoli, 26 agosto 1883.

Si collegano all' esistenza di questo secondo radiante anche i seguenti fatti:

1.° Come a Casamicciola si ebbero dei segni precursori nei piccoli terremoti dei giorni precedenti, così a Forio non mancarono fenomeni anche più significanti, che annunciavano un grave pericolo. Il sig. D'Ascia mi riferisce a tal proposito le seguenti osservazioni: « Molto prima del terremoto del 28 luglio le acque nei pozzi sorgivi di Forio si erano disseccate; quelle dei pozzi termo-minerali non solo mancavano, ma le poche che scaturivano dalle antiche vene avevano perduta la loro forza calorifica, tanto che gli stabilimenti dei bagni dovettero supplire con altre acque riscaldate artificialmente. » Singolare fenomeno quest' ultimo, opposto a quello che il De Rossi quasi con certezza trovava essere accaduto nelle fonti di Casamicciola:[1] ma ambedue già spiegati disopra con la teoria della circolazione dei vapori.

2.° Un secondo fatto che ha relazione col radiante di Forio s' incontra nel seguente racconto scrittomi pure dal sig. D'Ascia: « Il giorno dopo il gran terremoto, verso le ore 6 pom., vi fu dinanzi a Forio una specie di maremoto, accompagnato da vento impetuoso, che durò circa 20 minuti, essendo la corrente del mare diretta da SW a NE. Questo avvenimento inaspettato atterrì tutti gli abitanti di Forio. Il mare divenne in un istante color di piombo, le acque stridevano, bollivano, spumeggiando senza alzare cavalloni, senza apportare ondate sul lido. Era un immenso serbatoio d' acqua plumbea, effervescente, che faceva inorridire. » Se in ciò non vi fu illusione, come fa temere la circostanza aggiunta del vento impetuoso, illusione molto facile in persone dominate dallo spavento, dovrebbesi pensare all' effetto di ampie fumarole apertesi sotto mare, segno evidente di un forte concentramento di energie sotterranee in quella regione.

3.° In terzo luogo vuolsi ancora ricordare che non è la pri-

---

[1] De Rossi, Prima relazione, *Gazzetta di Napoli,* 17 agosto 1883. — L'istesso fenomeno fu bene accertato avanti il disastro del 4 marzo 1881, come si rileva da quanto riferisce il De Rossi nel suo *Bullettino del Vulcanismo Italiano,* anno VIII; Roma, 1881, pag. 38.

ma volta che le terre di Forio si scuotono con radiante loro proprio. Esse tremarono per più giorni di seguito nel luglio 1880 con grande spavento della popolazione: e all' epoca del disastro di Casamicciola del 4 marzo 1881 non mancarono segni precursori anche a Forio.[1]

V' ha dunque un buon complesso di fatti favorevoli all' opinione enunciata: e non credo che fuori di quest' ordine d' idee si possa esattamente determinare la gran serie di fenomeni dinamici svariatissimi che avvennero per l' isola in quella sera tremenda.

VI.

Aggiungo infine che questa nuova determinazione si connette eziandio colla questione delle riposte origini di quel duplice terremoto.

Nel 1881, quando operò da solo il radiante di Casamicciola, sembrò di poter tutto spiegare colla violenta istantanea espansione di una grande accolta di vapori imprigionati e condensati in qualche seno sottostante a quelle terre. Così giudicò il sig. De Ciutiis, e così pensarono i professori E. Semmola, F. Schiavoni, S. Zinno, G. Guiscardi, formanti la Commissione incaricata dell' esame dei fatti accaduti. « Se alcuno (scriveva il prof. Guiscardi relatore della Commissione) volesse proprio sapere che pensiamo noi, se fosse stata materia fusa iniettata in fenditure, in cavità della crosta terrestre, naturali, o fatte dall' uomo, ovvero l' istantaneo espandersi di una gran massa di aeriformi in esse; diremo che inclíniamo più alla seconda che alla prima ipotesi, considerando la quasi istantaneità del fenomeno e la difficoltà di concepirla originata dallo iniettarsi di masse fuse: ma queste non escludiamo del tutto, perchè sappiamo che la loro emissione non va disgiunta da emanazione di aeriformi, ora scarsa, ora copiosa.[2] » Ma nell' ulti-

---

[1] De Rossi, *Bull. del Vulcanismo Italiano,* anno VII. Roma 1880, pag. 166 — Idem, anno VIII, Roma 1881, pag. 38.

[2] *Il terremoto di Casamicciola del 4 marzo 1881.* Relazione in data del 21 agosto 1881.

ma catastrofe le condizioni sono troppo mutate. Due radianti separati, distanti due miglia fra loro, operanti con *simultaneità di azione* doveano far capo ad un focolare unico sotterraneo, dove uno scoppio subitaneo sia accaduto con una quantità spaventevole di energia, eguale per lo meno alla somma di tutte le energie che si manifestarono nelle due regioni di Casamicciola e Forio e poi per tutta l' isola. Quindi ricorre alla mente l' idea di un vero conato di eruzione, ossia di un impeto subitaneo fatto da masse vaporose e da lave per aprirsi un varco verso l' atmosfera. Il sig. G. Fortunato racconta che a Casamicciola « il fragore accompagnante la grande scossa era assordante, sonoro, *metallico*, come se a fior di terra mille e mille catene rovinassero furiosamente.[1] » Ebbene, nel febbraio 1865 simili suoni accompagnavano le eruzioni dell' Etna: « le eruzioni, dice il Fuchs, di lava e di ceneri erano accompagnate da sbuffi di fumo, e ogni volta che il vapore usciva con una forte tensione, si udivano fra le sorde detonazioni sotterranee dei *toni metallici* simili ai colpi del martello sull' incudine; il che rammentava le tradizioni degli antichi tempi, secondo le quali Vulcano ed i Ciclopi fucinavano nell' interno del monte le folgori di Giove.[2] » Ma senza insistere sul significato da attribuirsi al timbro metallico della romba che accompagnò il terremoto, pongo termine a questa Nota col riflettere che l' idea suggerita dal simultaneo infuriare di due potentissimi radianti concorda col risultato delle considerazioni precedenti e colla condizione attuale del vulcano, che, a giudizio di sommi geologi, traversa un periodo di interrotti e decrescenti parossismi separati da lunghe tregue, periodo giustamente detto *fase di estinzione*, od anche *fase Ischiana*.

---

[1] G. Fortunato, Giorn. *Il Piccolo*, Napoli, 7 agosto 1883.

[2] C. Fuchs, *Vulcani e terremoti*, Bibl. intern., Milano, Dumolard, pag. 84. -- La stessa cosa riferiva il Fouqué, testimone dell' eruzione, in una lettera a Ch. Sainte-Claire Deville, Parville, *Causeries*, 1879, pag. 217.